

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Bakalářský studijní program: Strojírenská technologie

Zaměření: Řízení výroby

Snížení časů při přetypování stroje Sacma SP 28 A ve firmě Kamax s.r.o.

**The time reduction during machine Sacma SP 28 A change over in Kamax
company Ltd.**

KOM - 1182

Peter Kancian

Vedoucí práce: Ing. Jiří Lubina, Phd.

Konzultant: Ing. Václav Šantin, Kamax s.r.o., Turnov

Počet stran: 78

Počet příloh

a tabulek: 4

Počet obrázků: 76

Počet modelů

nebo jiných příloh: -

Datum: 23. 5. 2012



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

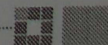
Jméno a příjmení : **Petr KANCIAN**
Studijní program : B2341 Strojírenství
Obor : 2301R030 Výrobní systémy
Zaměření : Řízení výroby

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

Snížení časů při přetypování stroje Sacma SP 28 A ve firmě Kamax s.r.o.

Zásady pro vypracování :
(uveďte hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Seznámení s produkty a produkcí firmy Kamax s.r.o.
2. Seznámení s koncepcí a technikami metody SMED.
3. Popis a technické parametry lisu Sacma SP 28 A.
4. Analýza stávajícího stavu přetypování strojů.
5. Rozpracování navrhovaného řešení v případové studii.
6. Hodnocení navrhovaného řešení a porovnání se současným stavem.
7. Shrnutí a zhodnocení dosažených výsledků, vyvození závěrů a ekonomické hodnocení.



Snížení časů při přetypování stroje Sacma SP 28 A ve firmě Kamax s.r.o.

ANOTACE:

Tato bakalářské práce se zabývá aplikací metody SMED na strojní zařízení Sacma SP 28 A ve firmě Kamax s.r.o. Turnov, čímž se snaží dosáhnout zkrácení času přestaveb. První část práce je zaměřena na charakteristiku společnosti Kamax. Poté je představena samotná metoda SMED a následně přiblíží čtenáři stroj Sacma SP 28 A. Další část práce tvoří analýza současného stavu přetypování a rozbořem jednotlivých operací. V poslední části je potom představen návrh zlepšení na zkrácení časů přestaveb, včetně celkového zhodnocení i zhodnocení jednotlivých návrhů.

The time reduction during machine Sacma SP 28 A change over in Kamax company Ltd.

ANNOTATION:

This bachelor thesis deals with the method SMED of machine Sacma SP 28 A in Kamax company Ltd. in Turnov, thereby tries to achieve time reduction by the machine change over. The first part of thesis describes Kamax company Ltd. Then follow the soft method SMED introduction and continues with machine Sacma SP 28 A characteristic. The next part analyse the resent conditions of the change over and shows the analysis of individual operation. At the end is introduced the improvement suggestion how reduce time change over, including total evaluation and evaluation of individual suggestion.

Klíčová slova: SMED, čas přestavby, interní činnost, externí činnost, strojní zařízení
Sacma SP 28 A

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2012

Archivní označ. zprávy:

Počet stran: 78

Počet příloh: 3

Počet obrázků: 76

Počet tabulek: 1

Počet diagramů: -

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: 23. 5. 2012

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Václavu Šantinovi z firmy Kamax s.r.o. za velmi přínosné rady, pomoc a vzornou práci konzultanta, také bych rád poděkoval panu Ing. Jiřímu Lubinovi, PhD, za jeho pomoc a vedení při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ	7
ÚVOD	8
1. Seznámení s produkty a produkcí firmy Kamax s.r.o.....	9
2. Seznámení s koncepcí a technikami SMED	11
2.1 Tradiční přístup ke změnám	12
2.2 Plýtvání při přetypování.....	13
2.3 Pomůcky a podpůrné nástroje SMED.....	13
2.4 Princip metody SMED	14
2.5 Přínosy metody SMED	16
3. Popis a technické parametry lisu Sacma SP 28 A	17
4. Analýza stávajícího stavu přetypování strojů	19
4.1 Ukázka sledu pracovních činností	19
4.2 Rozbor jednotlivých činností při přestavbě	20
4.3 Ostatní činnosti při přestavbě	52
4.4 Závěr analýzy přetypování.....	53
5. Rozpracování navrhovaného řešení v případové studii	53
5.1 Rozdělení činností na externí a interní	53
5.2 Přesun činností interních na externí.....	53
5.3 Přehled doporučených změn.....	55
6. Hodnocení navrhovaného řešení a porovnání se současným stavem	66
7. Shrnutí a zhodnocení dosažených výsledků, vyvození závěrů a ekonomické hodnocení	71
ZÁVĚR	73
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	74
SEZNAM OBRÁZKŮ	75
SEZNAM PŘÍLOH.....	78

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

CEZ	Celková efektivita zařízení
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
IPI	Institut průmyslového inženýrství v Liberci
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
MTM	Methods Time Measurement
PI	Průmyslové inženýrství
SMED	Single Minute Exchange of Dies
TPS	Toyota Production System
WIP	Work in process
$n_{TP, rok}$	počet těžkých přestaveb za rok
N	náklady na změnu [Kč]
NZ	návratnost změny [let]
$U_{C, rok}$	úspora na všechny typy přestaveb za rok [Kč]
$U_{LP, rok}$	úspora na lehké přestavby za rok [Kč]
$U_{SP, rok}$	úspora na střední přestavby za rok [Kč]
$U_{TP, rok}$	úspora na těžké přestavby za rok [Kč]
U_{TP}	úspora na jednu těžkou přestavbu

ÚVOD

V době převyšující nabídky nad poptávkou je mezi podniky velmi vysoká konkurence, což vede k tlaku na každou firmu, aby se snažila zákazníkům nabídnout co nejnižší ceny (při vědomí, že kvalita je samozřejmostí). Snížit cenu výrobku především znamená redukovat výrobní náklady na minimum. Moderní podniky se snaží postupovat v oblasti řízení výroby filosofií štíhlé výroby, která se vyznačuje eliminováním nebo alespoň co největším snížením činností, které z pohledu zákazníka nepřidávají hodnotu. Mezi tyto činnosti můžeme řadit transport, kontrolu, čekání, nevyužitý potenciál, vysoké zásoby, nadprodukcí a další. Obecně lze říct, že to co neslouží ke zvyšování produktivity, zvyšování jakosti, konkurenceschopnosti, hodnoty výrobku, efektivnosti výrobního procesu a zkracování průběžné doby výroby je považováno za ztráty. Tyto ztráty je vhodné odstranit, což nejen že sníží náklady na výrobu, ale také zajistí větší flexibilitu firmy. Podniky, které se vydávají cestou štíhlé výroby, se stávají konkurenceschopnější a vytvářejí si lepší pozici na trhu [2, 3].

Průmyslové inženýrství (PI) je oblast, která se zabývá projektováním, implementací a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Mimo jiné se také zabývá snížením plýtvání a zaváděním různých metod do výrobního procesu. Jednou z takových metod je i metoda SMED, jejímž cílem je snížit časy přestavby při přetypování strojů. Časy, během kterých dochází k přípravě stroje na jinou výrobní dávku, mohou být velmi podstatné a pro podnik v některých případech znamenat značné ztráty, což je případ právě firmy Kamax s.r.o., kde časy přestaveb trvají velmi dlouhou dobu [5].

Cílem této bakalářské práce je zanalyzovat současný stav přetypování lisu Sacma SP 28A na výrobu šroubů ve firmě Kamax s.r.o. Turnov a následně navrhnout zlepšení s cílem snížení časů potřebných na přetypování pomocí metody SMED.

Práce je rozdělena do tří částí, první část je teoretická a je v první řadě zaměřena na představení firmy Kamax s.r.o., poté na metodu SMED, její koncepci a techniky a dále na popis a přiblížení stroje Sacma SP 28 A. Druhá část se věnuje analýze současného stavu přetypování lisu Sacma SP 28 A na jinou výrobní dávku. Poslední část práce se zabývá návrhem zlepšení, které zkrátí čas přestavby, jejich rozbořem a zhodnocením. V závěru jsou shrnuty a zhodnoceny přínosy návrhů, celkový ušetřený čas, náklady nutné na realizaci návrhů a jejich návratnost.

1. Seznámení s produkty a produkcí firmy Kamax s.r.o.

Společnost Kamax patří mezi přední výrobce spojovacích součástí pro automobilový průmysl. Mezi jeho zákazníky patří automobilky z celého světa, zejména Audi, Škoda, Suzuki, Peugeot, Porsche, Chrysler, BMW, Ford a další. V sortimentu firmy Kamax najdeme motorové šrouby (obr. 1), šrouby podvozku (obr. 2), speciální šrouby (obr. 3), zahrnující především ultra pevné šrouby, šrouby pro připevnění plastů, hliníkové šrouby nebo samotvářecí šrouby [8,10].

Škála tvarů hlav šroubů, které se v Kamaxu vyrábí je velmi rozmanitá, jak můžeme vidět na obr. 4, od šroubů se šestihrannou hlavou, s vnitřním šestihranem, s vnitřním mnohohranem, s dvanáctihrannou hlavou až po šrouby se šestihrannou hlavou s integrovanou podložkou [8].

Kamax má závody po celém světě, tři závody jsou v Německu, dále je jeden závod ve Španělsku, Slovensku, Japonsku, Číně, USA a také v České Republice ve městě Turnov. První závod byl založen v roce 1935 Rudolfem Kellemanem v německém Osterodé. Roku 1992 byl jako pátý závod založen Kamax s.r.o. v Turnově, který má v současné době 433 zaměstnanců, a vyrábí šrouby v rozmezí M6x8 po M16x196. Ve firmě Kamax s.r.o. Turnov se minulý rok vyrobilo přibližně 664 miliónů šroubů, což je přibližně 19 060 tun. [9]

Sortiment produktů firmy Kamax s.r.o.:



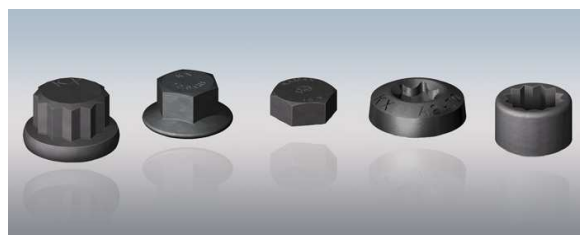
Obr. 1: Motorové šrouby [8]



Obr. 2: Podvozkové šrouby [8]



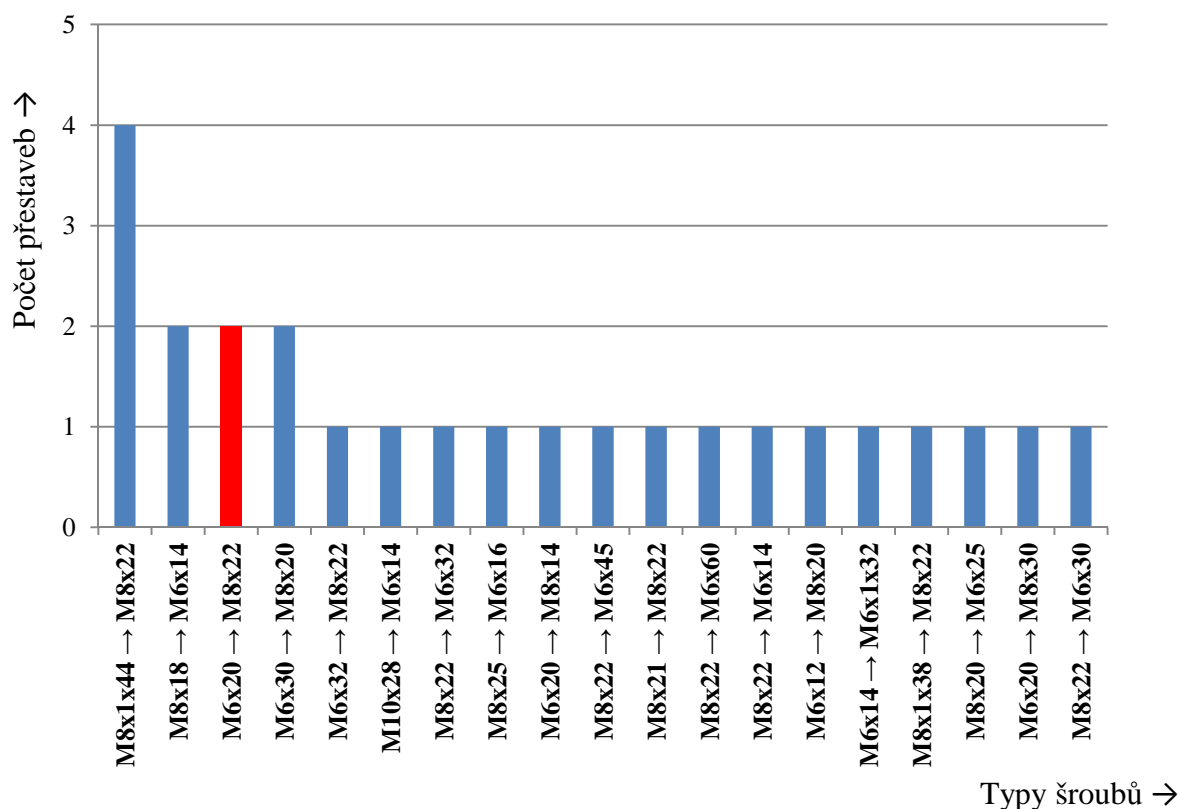
Obr. 3: Speciální šrouby [8]



Obr. 4: Tvary hlav šroubů [8]

Tato bakalářská práce se zabývá snížením přestavbových časů ve firmě Kamax s.r.o. Turnov. Zaměřena bude výhradně na strojní zařízení Sacma SP 28 A, kde rozlišujeme tři druhy přestavby: **lehkou, střední a těžkou. Lehká přestavba** trvá nejkratší dobu a jedná se pouze o délkovou přestavbu šroubu. U **střední přestavby** se přestavuje především lisovací oblast stroje. **Těžká přestavba** se vyznačuje největší náročností z hlediska času. Při této přestavbě dochází ke změně průměru šroubu nebo ke změně stoupání závitu. Z hlediska největší časové vytiženosti těžkých přestaveb se tato bakalářská práce zaměří především na ně.

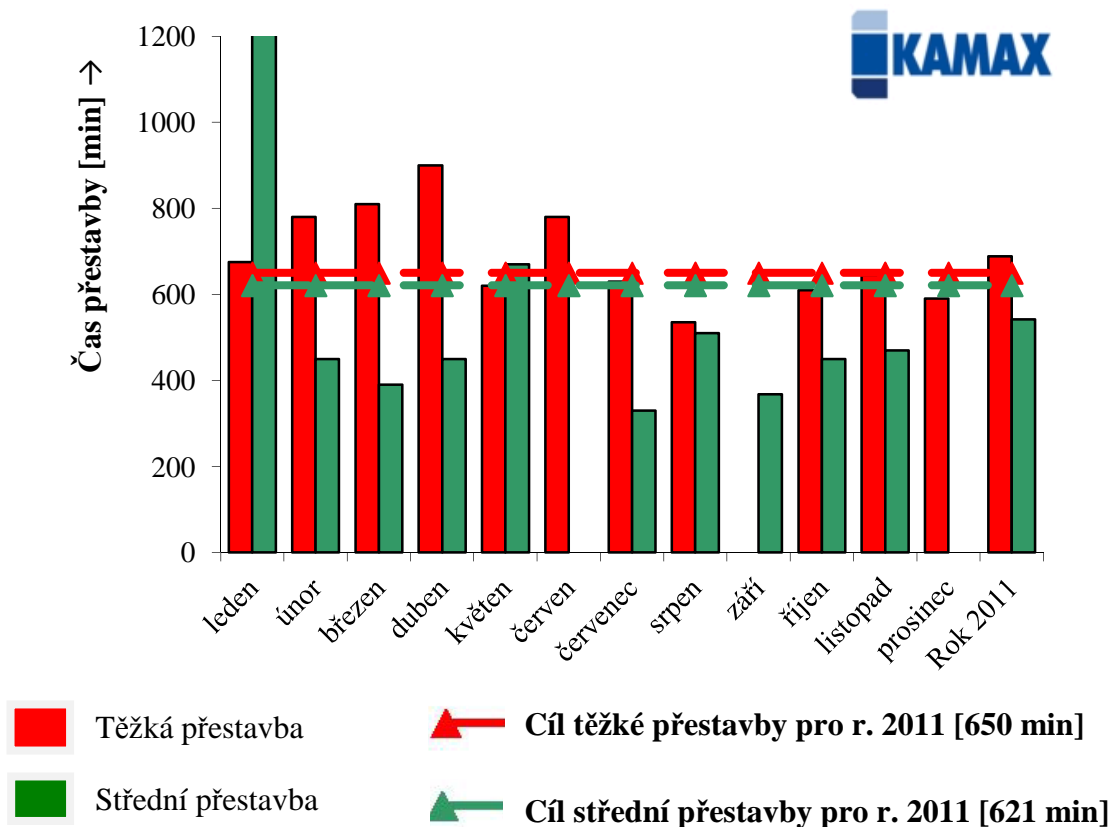
Na obr. 5 můžeme vidět z jakých typů šroubů a na které se prováděla v roce 2011 těžká přestavba. Nejvíce přestaveb je ze šroubu M8x1x44 na šroub M8x22. Šroub s jemným stoupáním závitu M8x1x44 se v dnešní době vyrábí na jiném stroji, proto nebudeme analýzu přetypování provádět pro tento typ šroubu, ale zvolíme přestavbu ze šroubu M6x20 na šroub M8x22, protože tato přestavba má největší rodinu podobných produktů. Tato těžká přestavba bude sloužit jako typová pro ostatní těžké přestavby.



Obr. 5: Sortiment produktů u těžkých přestaveb na stroji Sacma SP 28 A v roce 2011

Z obr. 6 můžeme vidět, že v minulém roce časy těžkých přestaveb trvaly průměrně 688,6 minut. Cíl přestavby pro rok 2011 byl pro těžkou přestavbu 650 minut. Pro letošní

rok (2012) je stanoven cíl pro těžkou přestavbu 585 minut a pro střední přestavbu na 461 minut. Za rok 2011 bylo 25 těžkých přestaveb, což představuje ztrátu 12 dnů za rok, kdy se pouze přestavuje (na stroji Sacma SP 28 A se pracuje v tři-směnném provozu) [11].



Obr. 6: Čas přestaveb pro strojní zařízení Sacma SP 28 A v roce 2011 [11]

2. Seznámení s koncepcí a technikami SMED

Metoda „*Single Minute Exchange of Dies*“, zkráceně SMED (dále jen SMED), v překladu znamená „jednoduchou výměnu v jedné minutě“. Jedná se o metodu průmyslového inženýrství, která si klade za úkol snížit časy přestavby strojů při přechodu z jedné výrobní dávky na druhou. Tato metoda se nejčastěji používá na pracovištích, které jsou úzkými místy, kde se přetypování provádí často a časy přetypování představují významné ztráty na kapacitě stroje nebo linky [6].

Je důležité ujasnit si pojem čas přetypování, můžeme použít několik definic:

- „Je to čas od vyrobení posledního dobrého kusu předchozího výrobku, po vyrobení prvního dobrého kusu připravované výroby“ [7].

- „Je to doba od zahájení interní činnosti výměny po vyrobení prvního schváleného kusu“ [4].
- „Je to doba výpadku produkce strojního zařízení mezi produkcí dvou typů výrobku“ [4].

Historie metody SMED je spjata především s automobilovým průmyslem, kde je tlak na eliminaci plýtvání velmi vysoký. Od 50. let 20. století byly zaváděny myšlenky SMEDu ve firmách jako je Mazda, Mitsubishi a Toyota. Za zakladatele této metody je považován Japonec Shigeo Shingo, jeden z tvůrců „Toyota Production System (TPS)“. Dnes se snaha o rychlé přetypování netýká pouze automobilového průmyslu, ale téměř všech firem, které chtějí zvýšit svou produktivitu a výrobní kapacity [4, 6].

Rychlé přetypování strojů není jediná možnost, jak se pokusit o snížení nákladů. Druhá a poněkud starší varianta říká, že by se měl prodlužovat čas beze změny, což v praxi vede ke zvyšování výrobních dávek. Tato filosofie se také často označuje jako tradiční [1].

2.1 Tradiční přístup ke změnám

Tradiční přístup vychází z těchto předpokladů:

- seřizování je považováno za nutné zlo
- časy přestaveb se neměří a nevyhodnocují
- není stanoven standardní postup přestavby
- seřizovat může jen odborník s praxí
- operátoři se na výměně nepodílejí [1, 7]

V běžné praxi platí přibližně tyto poměry:

- shromáždění nástrojů a přípravků (30%)
- uvolnění strojů po předchozí výrobě (10%)
- montáž nástrojů a přípravků (15%)
- seřizování a výroba prvního kusu (45%) [4]

Mnoho podniků přistupuje k přetypování tímto tradičním pojetím, a to dokonce až v takové míře, že všechny čtyři činnosti (od shromáždění nástrojů a přípravků až po výrobu prvního kusu) provádí za klidu stroje, z čehož vznikají velké ztráty jak na kapacitě strojních zařízení, tak i v produktivitě a ušlém zisku.

2.2 Plýtvání při přetypování

Druhů plýtvání při přetypování je několik, zde je uvedeno několik příkladů:

- čekání pracovníků na pokyny
- hledání náradí, přípravků a pomůcek
- častá a zbytečná chůze
- pozorování druhých zaměstnanců
- špatná komunikace
- příprava prostoru až po zastavení stroje
- opravy nástroje až při výměně
- nestandardní postup [1, 4, 7]

Některé druhy plýtvání vyplývají z neodbornosti nebo nedostatečného tréninku, takže se v podstatě dají eliminovat. Dalším druhem plýtvání jsou také činnosti, které se provádějí během přetypování (rovnání, upínání atd.). Tyto činnosti můžeme eliminovat nebo zjednodušit například technickou úpravou stroje, nástrojů, přípravků, náradí a tak dále.

2.3 Pomůcky a podpůrné nástroje SMED

Pomůcky, které nám slouží zejména při analýze přetypování:

- časový snímek
- videozáznam
- diagram činností
- jízdní řád
- počítačová simulace
- časové standardy [4]

Podpůrné nástroje, které nám následně mohou pomoci ke snížení časů při přetypování:

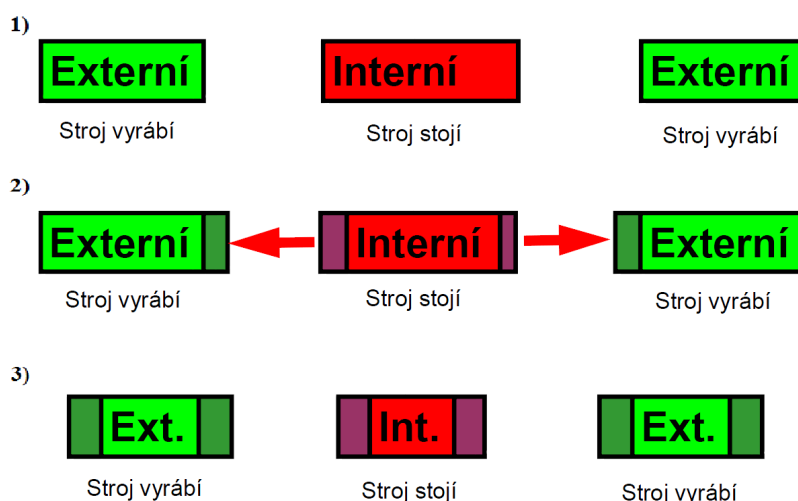
- 5S, Andon
- Poka Yoke
- Simulace
- Systémy předem určených časů – MTM, MOST
- Procesní FMEA
- a další [4]

2.4 Princip metody SMED

SMED je systematický proces, sloužící k minimalizaci prostojových časů při přetypování strojů. Výsledky aplikace této metody v praxi mohou vést ke zkrácení časů přetypování z několika hodin na pouhé minuty. Takového výsledku nedosahujeme jednorázově, ale metodu SMED aplikujeme postupně v několika krocích. Základem úspěšného snížení přetypovacích časů je důkladná analýza, která se zpravidla provádí přímo na pracovišti. Nejúčinnější metodou pro analýzu je použití videozáznamu, u jednodušších procesů si vystačíme s předem připravenými „checklisty“ a stopkami.

Metoda SMED pracuje ve 3 etapách optimalizace (obr. 7):

- a. Rozdělení činností na externí a interní
- b. Přesun činností interních na činnosti externí
- c. Zkracování a zlepšování externích i interních činností [1]



Obr. 7: Princip metody SMED [4]

a. Rozdělení činností na externí a interní

Během procesu přetypování vykonáváme dva typy činností. Jedná se o činnosti, které je nutné vykonávat za klidu stroje – interní, a činnosti vykonávané za chodu stroje - externí. Mezi interní činnosti se řadí například vlastní seřizování nástrojů, výměna některých nástrojů a další. Naopak jako externí činnosti je možno považovat dopravu mezi strojním zařízením a skladem, přípravu prostoru stroje atd. Během interních činností je stroj mimo provoz, což znamená, že neprodukuje žádné výrobky a tím neprodukuje ani zisk. [1, 6]

b. Přesun činností interních na činnosti externí

Jsou to právě interní činnosti, které znamenají největší ztráty na čase, proto se snažíme tyto činnosti konvertovat jako externí. Častým problémem je, když se pouze špatným postupem práce vykonávají činnosti interně, i když mohou být bez větších problémů vykonávány za chodu stroje. Na eliminaci tohoto plýtvání stačí pouze změnit pracovní postup a upravit standardy. Obtížnější řešení nastává u případů, kdy je nutné stroj seřizovat pouze za klidu. V těchto situacích je možnost upravit po technické stránce strojní zařízení, aby daná činnost mohla být provedena za chodu stroje. Další významnou částí plýtvání je špatná příprava před přetypováním, kdy seřizovač zastaví stroj a teprve po jeho zastavení hledá nebo dopravuje nástroje, nářadí a materiál. Tyto prostoje jsou bohužel velice časté a dá se jim přitom snadno předejít.

c. Zkracování a zlepšování externích i interních činností

Poté co si určíme, které činnosti je nutné provádět za klidu stroje a které můžeme provádět za chodu a následně interní činnosti, u kterých je to možné, přesuneme na externí, nastává další krok k úspěšné aplikaci metody SMED – zlepšování všech činností. Je nutné se zaměřit na všechny činnosti, interní i externí, a snažit se dosáhnout maximálního zlepšení. Zkrácení časů jednotlivých činností dosáhneme přitom někdy velmi jednoduchými a levnými opatřeními. V některých případech stačí, když přesuneme pracovníkovi nářadí tak, aby nemusel chodit do skříně a místo toho bude mít nářadí připnuté za pasem. Také se snažíme co nejvíce eliminovat šroubování, protože při seřizování strojních zařízení je tato činnost velice časově náročná. U velkých strojů se často seřizuje v přední a zadní části. Zde se nabízí možnost, aby se přetypování věnovalo více zaměstnanců a každý seřizoval jednu část stroje.

Desatero IPI pro rychlé změny:

1. výměna a seřizování je plýtvání
2. nikdy nepovažovat změnu za nemožnou
3. zkrácení doby výměny není práce jednoho člověka, ale celého týmu
4. videozáznam postupu seřizování je nad všechny argumenty
5. pro analýzu přetypování používat sled pracovních činností („jízdní řád“)
6. je nutné důkladně připravit všechny pomůcky a nástroje již před seřizováním
7. je v pořádku, pokud se při seřizování pohybují ruce, nikoliv nohy

8. šroubování je časově velmi nákladná operace, pokud je to možné, je nutné se jí vyhnout
9. eliminovat seřizování podle oka – používat značky, dorazy, stupnice
10. je zapotřebí výměnu nástrojů trénovat, měřit a vyhodnocovat [6]

Při aplikaci některých změn je nutné si uvědomit, že mají vždy přednost změny, které mají minimální nároky na čas a peníze.

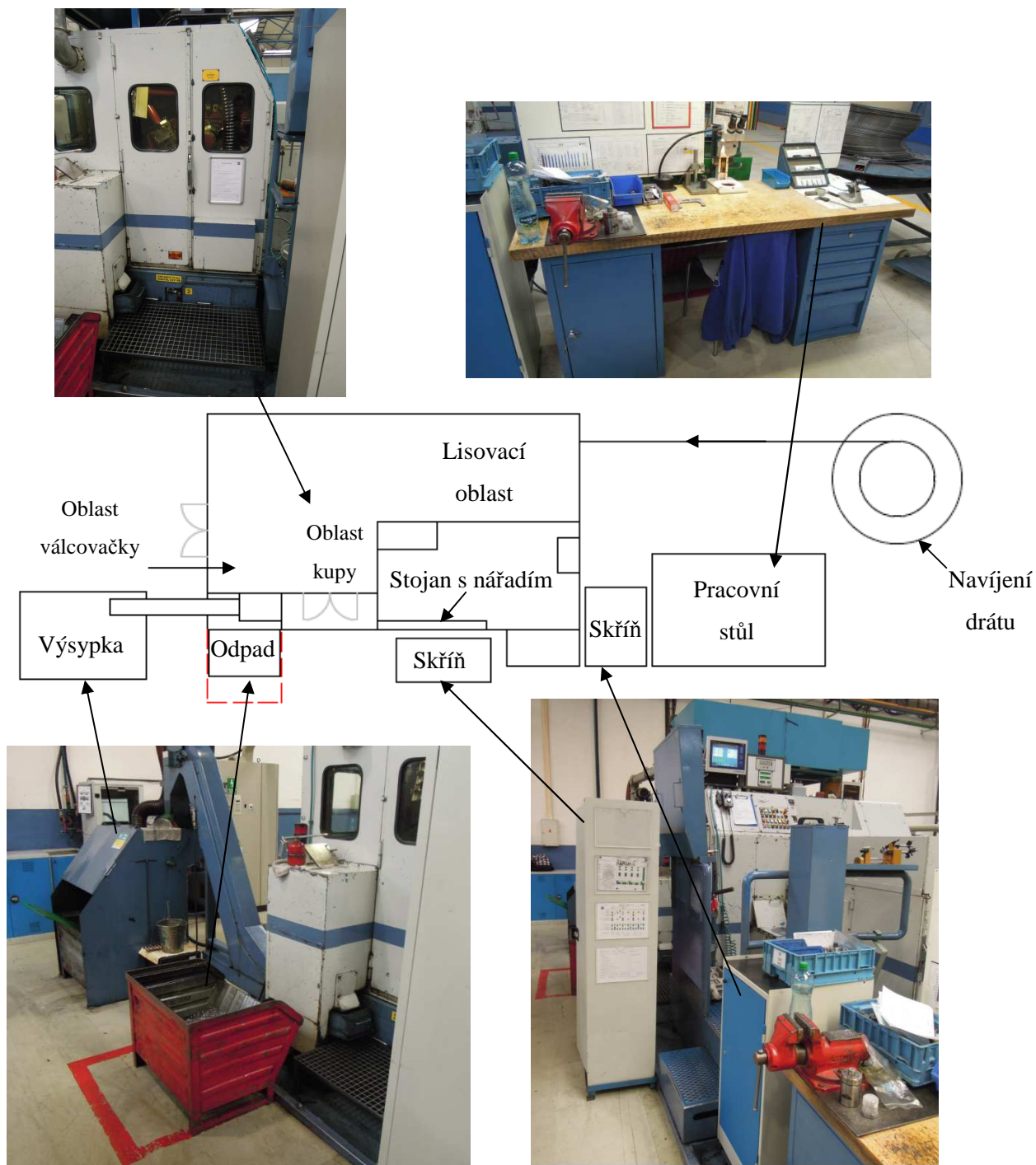
2.5 Přínosy metody SMED

Přínos metody SMED není pouze ve snížení přestavbových časů, ale přináší další důležité přínosy:

- standardizace pracovního postupu
- zvýšení produktivity
- zvýšení celkové efektivity zařízení (CEZ)
- zjednodušení práce
- snížení pracnosti přetypování
- eliminace hledání nástrojů a pomůcek
- pokles rozpracovanosti (WIP)
- snížení počtu chyb a zvýšení jakosti seřizování
- zvýšení bezpečnosti práce [6, 7, 13]

3. Popis a technické parametry lisu Sacma SP 28 A

Strojní zařízení Sacma SP 28 A je lis s rokem výroby 2006, dosahuje výkonu 30 kW a přítláčné síly 700 kN. Tento lis italské výroby může pracovat až v pěti lisovacích stupních a je schopen vyrábět šrouby v rozmezí průměrů M6 až M10 [12].



Obr. 8: Mikrolayout strojního zařízení Sacma SP 28 A

Na obr. 8 můžeme vidět mikrolayout stroje Sacma SP 28 A, stroj lze rozdělit na tři části z hlediska přestavby. **První část je část lisovací**, kde se z drátu stříhá a následně v několika stupních (v závislosti na typu šroubu) lisuje budoucí tvar šroubu. Drát, který do stroje vstupuje z pravé strany, je nejprve přes rovnací a poté přes podávací rolny dopraven do oblasti stříhu. Kde se drát stříhá na požadovanou délku pomocí střižného nože a střižné matrice. Následně je ustřižený drát přenášen na jednotlivé lisovací operace pomocí transportních prstů. Lisovací nástroje se nazývají matrice a razníky. Poté, co je šroub vylišován, putuje skrze dopravní cestu do další části stroje. **Druhá část stroje se nazývá hrotící stanice** („kupa“), kde se obrobí sražení na konci válcové části šroubu dvěma břitovými destičkami ze slinutých karbidů. Z této části stroje je šroub transportován dopravními cestami do **třetí, válcovací části**, kde se pomocí dvou rýhovaných čelistí tváří závit. Jedna čelist je pevná a druhá koná posuvný přímočarý vratný pohyb. Hotový šroub je dále dopraven do výsypky a odsud padá do zásobníku. Stroj za minutu vyrobí přibližně 190-210 šroubů, v závislosti na jejich velikosti a typu.

Před přestavbou si pracovník dopraví ke stroji pojízdný stolek, na který si připraví všechny nástroje nutné k přestavbě. Na tento stolek bude následně odkládat nástroje, které demontuje ze stroje. Pracovní stůl je vybaven svěrákem, mikroskopem na kontrolu šroubů a stojany na výkresy, postupy atd. Většina náradí, potřebného k přestavbě, je umístěna na stojanu v lisovací oblasti. Nástroje nutné k přestavbě jsou umístěny ve skříních popřípadě ve skladu (matrice, razníky).

4. Analýza stávajícího stavu přetypování strojů

Analýza stávajícího stavu vychází z videozáznamu přestavby, z něho se následně vytvořil sled pracovních činností („jízdní řád“), jeho část je v tab. 1. Kompletní sled pracovních činností včetně Ganttova diagramu nalezneme v Příloze I. Jednotlivé operace jsou členěny do úkonů. Úkony jsou považovány za definovanou činnost, která je považována za standard. Celá operace je rovněž považována za stanovený standard, který lze nadále zlepšovat. Těžká přestavba, která se natáčela, trvala 283,43 minut. Na přestavbách se v naprosté většině případů podílí pouze jeden pracovník.

4.1 Ukázka sledu pracovních činností

Číslo operace	Operace	Interní/externí	Čas operace	Čas reálný od	Čas reálný do
	Dokončení posledního kusu předchozí výrobní dávky		0:00:00		0:00:00
1	Přepnutí lisu na seřizování	interní	0:00:34	0:00:00	0:00:34
2	Čištění lisovací oblasti	interní	0:06:15	0:00:34	0:06:49
3	Zvednutí bloku s transportními prsty	interní	0:00:42	0:06:49	0:07:31
4	Sušení lisovací oblasti	interní	0:03:21	0:07:31	0:10:52
5	Povolení klínů	interní	0:01:47	0:10:52	0:12:39
6	Demontáž matric	interní	0:04:08	0:12:39	0:16:47
7	Nastavení páteho vyrážače na lisování	interní	0:01:55	0:16:47	0:18:42
8	Demontáž transportních prstů	interní	0:04:15	0:18:42	0:22:57
9	Demontáž razníků, podložek a vyrážecích tyčí	interní	0:05:12	0:22:57	0:28:09
10	Výměna páteho klínu	interní	0:08:23	0:28:09	0:36:32
11	Demontáž stříhu	interní	0:03:56	0:36:32	0:40:28
12	Výměna stříhacího nože	interní	0:02:24	0:40:28	0:42:52
13	Montáž stříhu	interní	0:04:35	0:42:52	0:47:27
14	Odnesení bedny s nástroji na stůl	interní	0:00:53	0:47:27	0:48:20
15	Nastavení délek jednotlivých lisovacích operací	interní	0:03:05	0:48:20	0:51:25
16	Montáž matric	interní	0:03:56	0:51:25	0:55:21
17	Nastavení vůle na vyrážecích	interní	0:02:37	0:55:21	0:57:58
18	Montáž razníků	interní	0:07:47	0:57:58	1:05:45
19	Nastavení výšky klínů	interní	0:04:08	1:05:45	1:09:53
20	Výměna podávacích rolen	interní	0:04:55	1:09:53	1:14:48

Tab. 1: Ukázka sledu pracovních činností

4.2 Rozbor jednotlivých činností při přestavbě

Operace 1: Přepnutí lisu na seřizování

Po dokončení předchozí výrobní dávky je nutné stroj nastavit na mód seřizování, to se provede na ovládacím panelu (obr. 9), kde se ovládá většina lisovací oblasti stroje.

1. Nastavení stroje na mód seřizování.
2. Zvednutí krytu lisovací oblasti.

Tato činnosti trvá velmi krátkou dobu a není nutné se na ni zaměřovat.



*Obr. 9: Ovládací panel v lisovací oblasti
stroje Sacma SP 28 A*

Operace 2: Čištění lisovací oblasti

Následuje čištění lisovací oblasti od oleje pomocí odmašťovacího přípravku. Pracovník naplní nádobu olejem s nulovou viskozitou z vědra a následně celou lisovací oblast očistí proudem této kapaliny, jak lze vidět na obr. 10. Proud kapaliny je vyvolán přívodem vzduchu do nádoby.

1. Naplnění nádoby vodou z vědra.
2. Mytí lisovací oblasti.

Na zkrácení této operace se dále zaměřovat nebudeme.



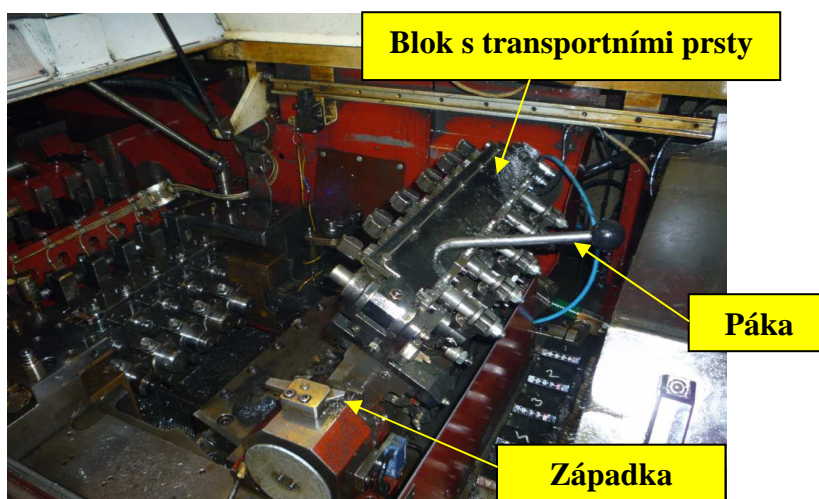
Obr. 10: Čištění lisovací oblasti

Operace 3: Zvednutí bloku s transportními prsty

Na obr. 11 je blok s transportními prsty, ten je nutné zvednout, aby bylo možné vyměnit transportní prsty a matrice.

1. Vysunutí závlačky z čepu pohonu transportu a odložení závlačky do krabičky v místě seřizování.
2. Vyšroubování šroubu z bloku s transportními prsty a odložení šroubu do krabičky v místě seřizování.
3. Zvednutí bloku s transportními prsty pomocí páky.
4. Zajištění bloku západkou proti spadnutí.

Úkon č. 2 lze zkrátit *přesunutím nářadí do místa seřizování v lisovací oblasti*, toto zlepšení bude uvedeno v příští kapitole.



Obr. 11: Blok s transportními prsty ve zvednuté poloze

Operace 4: Sušení lisovací oblasti

1. Sušení lisovací oblasti od odmašťovacího přípravku pomocí hadru.

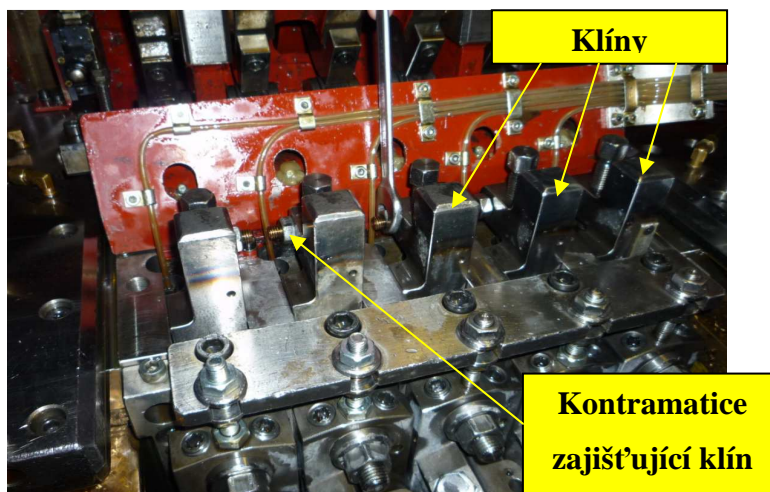
Suché hadry jsou v zásobníku v blízkosti stroje. Na zlepšení této operace se zaměřovat nebudeme.

Operace 5: Povolení klínů

Klíny (obr. 12) slouží k nastavení vzdálenosti mezi razníkem a beranem.

1. Povolení kontramatic u všech pěti klínů.

Tuto operaci pomůže zkrátit *přesunutím nářadí do místa seřizování v lisovací oblasti*.



Obr. 12: Klíny

Operace 6: Demontáž matric

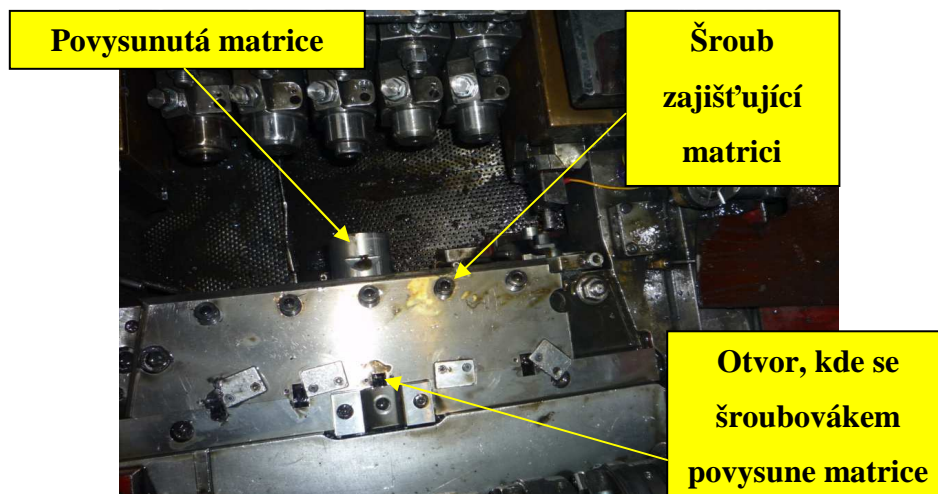
Na obr. 13 je znázorněna demontáž matric.

1. Uvolnění šroubů, které upínají matrice.
2. Povysunutí matrice pomocí šroubováku.
3. Vyjmutí a odložení matrice do bedny.

Úkony 2 a 3 se opakují i u zbylých matric.

4. Čištění matric.

Úkon č. 1 zkrátíme přesunutím náradí do místa seřizování v lisovací oblasti. Úkon č. 4 převedeme na externí.



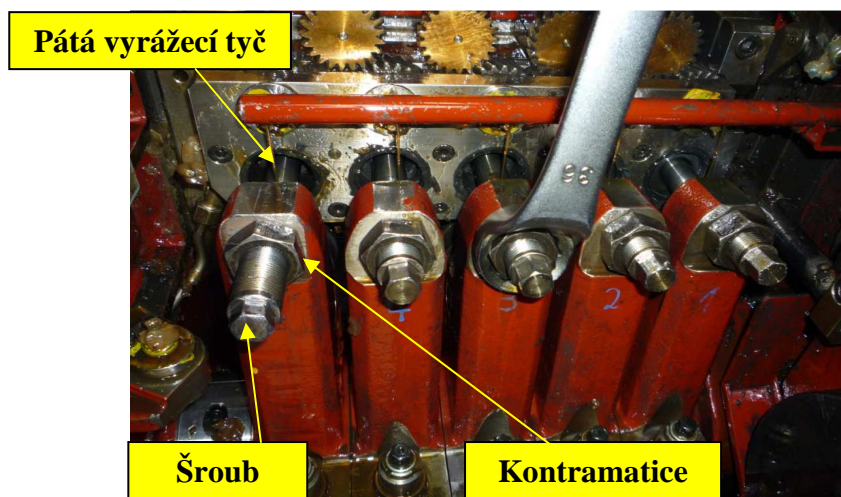
Obr. 13: Demontáž matric

Operace 7: Nastavení pátého vyrážече na lisování

Při výrobě šroubu je možné v poslední tvářecí operaci šroub stříhat nebo lisovat. Podle toho, který typ šroubu se vyrábí, je nutné nastavit vyrážecí u poslední tvářecí operace (obr. 14). Pokud se v poslední tvářecí operaci přestavuje ze stříhaného šroubu na lisovaný jako v tomto případě, musí pracovník dotáhnout šroub u páté vyrážecí tyče.

1. Nastavení úvratě stroje v lisovací oblasti.
2. Povolení kontramatice u šroubu páté vyrážecí tyče.
3. Dotažení šroubu u páté vyrážecí tyče.
4. Utažení kontramatice.

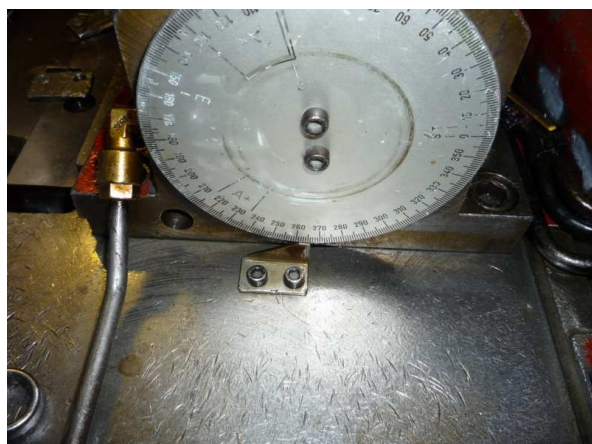
Úvrat' stroje se nastavuje pomocí ovladače (obr. 15), který je přímo v místě seřizování lisovací oblasti. Úvrat' se vždy nastaví na určitou hodnotu na stupnici (obr. 16). Na zkrácení této operace se dále zaměřovat nebudeme.



Obr. 14: Vyrážече



Obr. 15: Ovladač



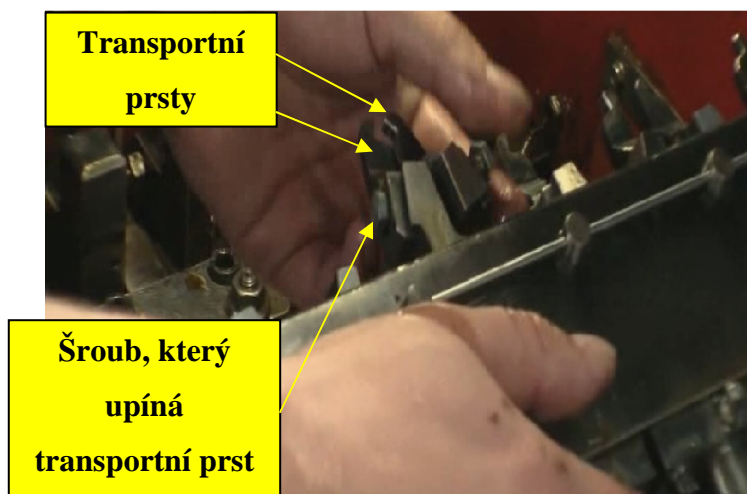
Obr. 16: Stupnice

Operace 8: Demontáž transportních prstů

Transportní prsty slouží k přenášení drátu mezi jednotlivými lisovacími operacemi.

1. Odšroubování šroubu, který upíná transportní prst (obr. 17).
2. Odložení šroubu do krabičky a transportního prstu do bedny. Bedna i krabička jsou přímo v místě seřizování.

Takto se postupuje u všech pěti párů prstů. Úkon č. 1 zkrátíme *přesunutím náradí do místa seřizování v lisovací oblasti* a úkony č. 1 a 2 také především *změnou tvaru upínací části transportního prstu*, která bude uvedena v další kapitole.



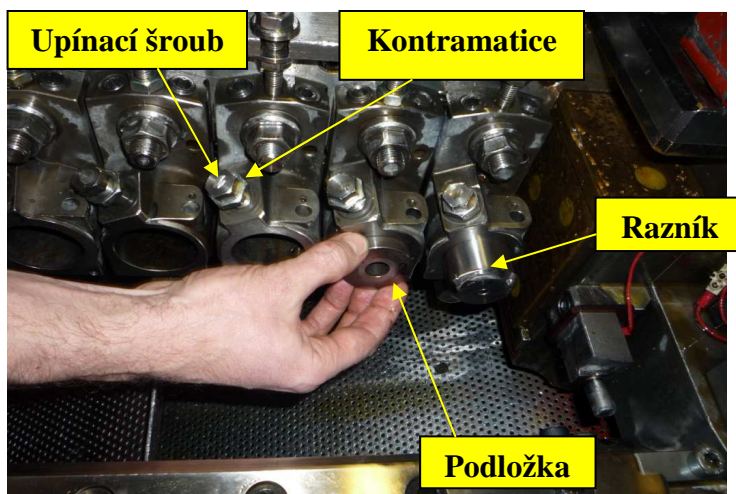
Obr. 17: Demontáž transportních prstů

Operace 9: Demontáž razníků, podložek a vyrážecích tyčí

Na obr. 18 je možné vidět vyjímání podložky, která se umísťuje pod razník.

1. Povolení kontramatic, které zajišťují razníky.
2. Povolení upínacích šroubů.
3. Vyjmutí razníků, podložek, popřípadě vyrážecích tyčí (jen u některých lisovacích operací) a jejich uložení do bedny.
4. Čištění razníků, podložek, vyrážecích tyčí.

Úkony č. 1 a 2 zkrátíme *přesunutím náradí do místa seřizování v lisovací oblasti*. Úkon č. 4 může být proveden jako externí.



Obr. 18: Demontáž razníků

Operace 10: Výměna pátého klínu

U stříhaného šroubu je v poslední tvářecí operaci proveden stříh, šroub je odváděn kolenem, uchyceným podložkou. Toto koleno je při změně na lisovaný šroub (v 5. tvářecí operaci) nutné demontovat a následně vyměnit pátý klín pro lisovaný šroub.

1. Vyjmutí podložky pomocí magnetické násady.
2. Vyjmutí kolena pomocí magnetické násady.
3. Povolení šroubu zajišťující pátý klín, vyjmutí pátého klínu a odložení do bedny.
4. Vložení pátého klínu pro lisování a jeho utažení.

Tato operace je časově náročná, ale z důvodu velmi nepřístupného upínání kolene by její zkrácení vyžadovalo značný zásah do stroje. Zlepšení této operace bude v podobě *přesunutí nářadí do místa seřizování v lisovací oblasti*, které zkrátí úkony č. 3 a 4. Magnetická násada na nové místo přesunuta nebude, protože její délka je příliš velká a používá se poměrně málo, takže tuto násadu ponecháme na původním stojanu. Úkon č. 4 zkrátí *přípravku na ostatní nástroje v oblasti lisu*.

Operace 11: Demontáž stříhu

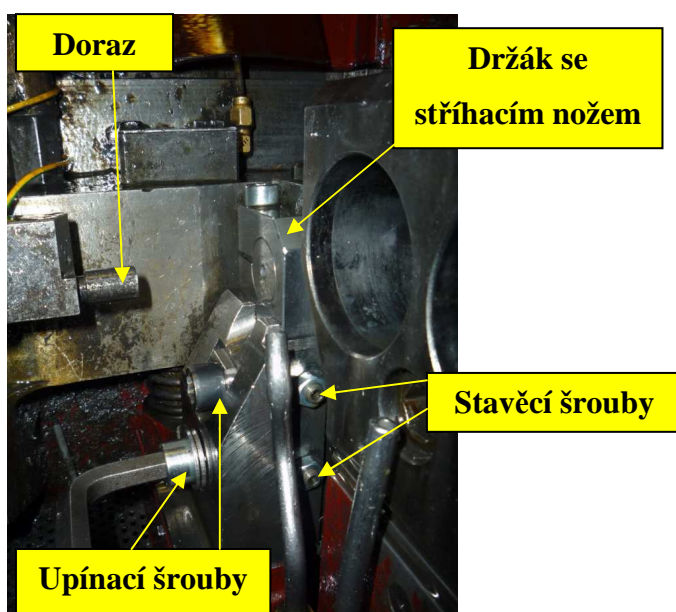
Další operací je demontáž stříhacího nože, který má tvar mezikruží a je vložen do držáku. Stříhací nůž slouží ke stříhání drátu před lisovacími operacemi. Demontuje se celý držák, ten je upevněn pomocí dvou upínacích a dvou stavěcích šroubů (obr. 19).

1. Nastavení úvratě stroje.
2. Přesunutí dorazu pro drát do zadní polohy pomocí ovladače dorazu (obr. 20), aby bylo místo pro demontáž.

3. Uvolnění kontramatic u stavěcích šroubů, uvolnění upínacích a stavěcích šroubů, vyjmutí držáku se střížným nožem.

4. Uvolnění šroubu, který upíná střížnou matici, její vyjmutí a odložení do bedny.

Úkony č. 3 a 4 jsou náročné na ergonomii pracovníka, který při nich musí být v nepřírodných polohách. Tyto úkony zkrátíme *přesunutím náradí do místa seřizování v lisovací oblasti*. Bylo zde již provedeno sjednocení náradí u stavěcích i upínacích šroubů, takže nebude nutná jeho výměna při jejich demontáži.



Obr. 19: Upevnění držáku se stříhacím nožem



Obr. 20: Ovládání dorazu

Operace 12: Výměna stříhacího nože

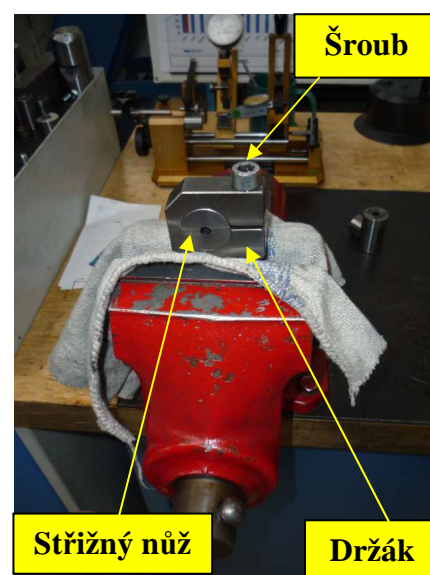
1. Odnesení držáku se střížným nožem ke svěráku, který je umístěn na pracovním stole a následné upnutí držáku do svěráku (obr. 21).

2. Povolení šroubu, který svěrným spojem upíná střížný nůž.

3. Vyjmutí a následné vložení nového střížného nože pro nový průměr drátu.

4. Utažení šroubu, který upíná střížný nůž.

V další kapitole se zaměříme, jak celou tuto operaci provést externě.



Obr. 21: Upnutí držáku se střížným nožem ve svěráku

Operace 13: Montáž stříhu

1. Vložení střížné matrice do otvoru a její upnutí šroubem.
2. Vložení držáku se střížným nožem.
3. Vložení měrky o tloušťce 0,2 mm mezi držák a střížnou matici, čímž se zajistí seřízení střížné mezery (obr. 22).
4. Utažení všech šroubů, které zajišťují upnutí a správnou polohu držáku, utažení kontramatic u stavěcích šroubů.
5. Vysunutí měrky.



Obr. 22: Vymezení střížné mezery pomocí měrky

Úkony č. 1 a 4 se zkrátí *přesunutím nářadí do místa seřizování v lisovací oblasti*. Úkony 1, 2 a 3 pomůže zkrátit *přípravek na ostatní nástroje v oblasti lisu*.

Operace 14: Odnesení bedny s nástroji na stůl

1. Odnesení bedny se všemi nástroji (matricemi, razníky, podložkami, transportními prsty atd.) na pojízdný stůl.

Tato operace může být eliminována, pokud se bedna s nástroji odnese až po skončení přestavby (bude tedy přesunuta jako externí).

Operace 15: Nastavení délek jednotlivých lisovacích operací

Je nutné nastavit délky každé z lisovacích operací (obr. 23). Tyto délky se mění v závislosti na typu šroubu. Délky se nastavují otáčením hřídele s ozubeným soukolím na určité hodnoty na číselnících, tyto hodnoty jsou dány výrobní dokumentací.

1. Otáčení hřídelí, čímž se na číselníku nastaví požadovaná hodnota.

Takto postupujeme u všech pěti lisovacích operací. Tato operace nebude dále zlepšována.



Obr. 23: Nastavení délek lisovacích operací

Operace 16: Montáž matric

1. Přinesení matric z pojízdného stolku.
2. Postupné vložení matric do příslušných otvorů.
3. Zašroubování všech matric šroubem.

V další kapitole se zaměříme především na eliminaci úkonu č. 1, v podobě *přípravku na matrice, razníky a podložky* úkon č. 3 se zkrátí *přesunutím náradí do místa seřizování v lisovací oblasti*.

Operace 17: Nastavení vůle na vyrážecích

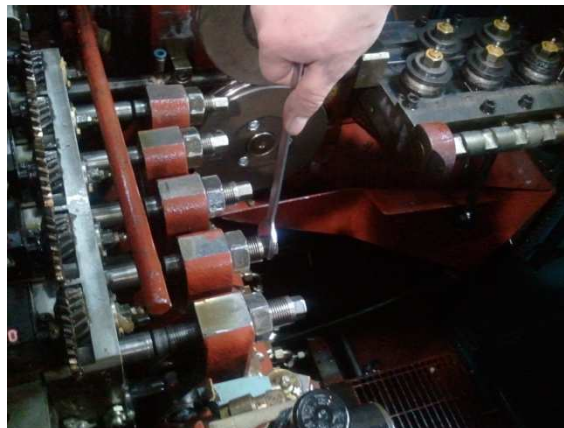
Následuje nastavení vůle mezi vyrážecí tyčí a šroubem, která se nastavuje proto, aby nedošlo k prasknutí matrice nebo vyrážече. Vůle se nastavuje kombinací odklonu ramen (obr. 24) a utahováním (povolováním) šroubu u vyrážecí tyče (obr. 25).

1. Nastavení úvratě stroje.
2. Povolení kontramatice a utažení (popřípadě povolení) šroubu u vyrážecí tyče.
3. Utažení kontramatice.
4. Nastavení odklonu ramene.

Takto nastavíme vůle u všech vyrážecích, kde je to nutné. Tato operace trvá poměrně krátký čas, více se na ni tedy zaměřovat nebudeme.



Obr. 24: Nastavení vůle pomocí odklonu
ramen



Obr. 25: Nastavení vůle utahováním
(povolováním) šroubů u vyrážecích tyčí

Operace 18: Montáž razníků

1. Přinesení razníků z pojízdného stolku do lisovací oblasti.
2. Vložení podložky, razníku, popřípadě vyrážecí tyče do bloku a jemné dotažení šroubu, aby se zamezilo vypadnutí razníku.

Úkon č. 2 se provede u všech razníků. Zaměříme se na eliminaci úkonu číslo 1, podobně jako v operaci č. 16 pomocí *přípravku pro matrice, razníky a podložky* a úkon č. 2 zkrátíme *přesunutím náradí do místa seřizování v lisovací oblasti*. Vkládání vyrážecích tyčí u úkonu č. 2 zkrátí *přípravek na ostatní nástroje v oblasti lisu*.

Operace 19: Nastavení výšky klínů

1. Nastavení výšky klínu pomocí šroubu.
2. Kontrola výšky klínu pomocí digitálního posuvného měřítka (obr. 26).

Úkony č. 1 a 2 se opakují, dokud není výška klínu seřízena podle výrobní dokumentace.

3. Utažení šroubu upínajícího razník.

Tímto způsobem se postupuje i u zbylých razníků.

4. Kontrola zasunutí razníků a matric do sebe.

Úkony č. 1 a 3 se zkrátí díky *přesunutí náradí do místa seřizování v lisovací oblasti*. Na další zkrácení této operace se zaměřovat nebudeme.



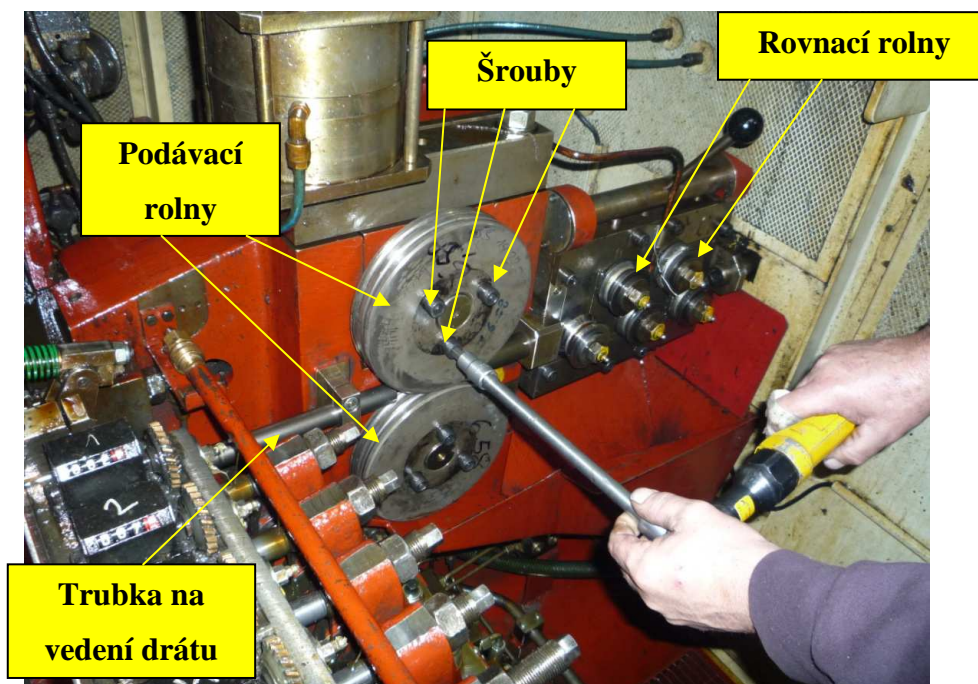
Obr. 26: Kontrola výšky klínu

Operace 20: Výměna podávacích roln

Podávací rolny (obr. 27) slouží k vedení drátu do oblasti stříhu, jsou to dva kotouče, mezi kterými je podáván drát. Každá rolna je uchycena třemi šrouby.

1. Odšroubování všech šroubů pro obě rolny.
2. Vyjmutí roln, jejich očištění a přenesení na pracovní stůl.
3. Popis roln na pracovním stole.
4. Odšroubování šroubu a vyjmutí trubky, do které je veden drát.
5. Vložení trubky a její upnutí.
6. Nasazení roln.
7. Utažení všech šroubů.

Zlepšení této operace rozebereme v další kapitole. Především půjde o *změnu upnutí podávacích roln*, která zkrátí úkon č. 1, dále eliminací úkonu č. 3 vyražením čísel na rolny, které již bylo provedeno po analýze, čímž odpadne nutnost jejich popisu. V tomto případě nelze čištění roln přesunout na externí operace, protože rolny jsou oboustranné (každá strana je pro jiný průměr drátu), takže při přestavbě ze šroubu o průměru M6 na průměr M8 je podávací rolna pro oba šrouby společná, takže se pouze otočí a nemění se. Pro jiné šrouby by čištění roln bylo samozřejmě prováděné za chodu stroje při výrobě další výrobní dávky.



Obr. 27: Podávací rolny

Operace 21: Nasunutí drátu

Další operací je nasunutí drátu do oblasti stroje.

1. Rozstřížení pásů, které svírají roly drátu.
2. Ustřížení konce drátu.
3. Vsunutí drátu do otvoru v lisovací oblasti, který je před rovnacími rolnami.

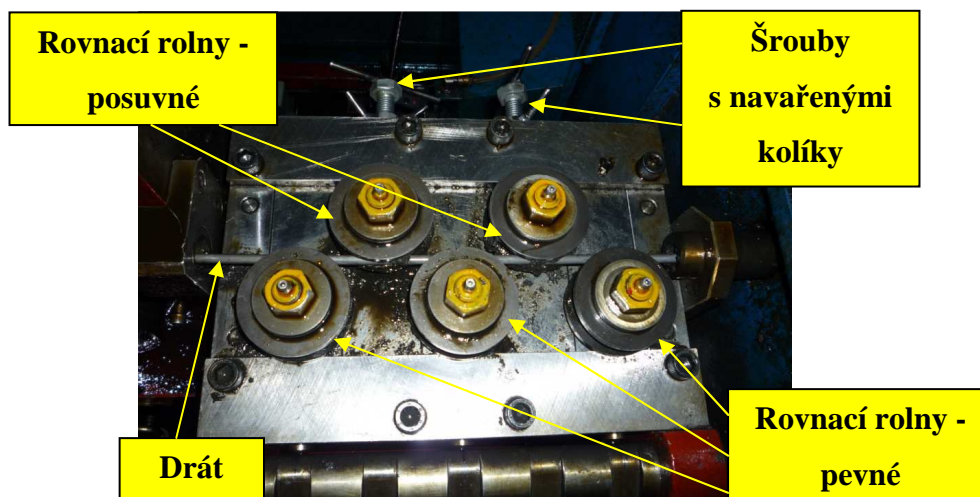
Zde by se nabízelo eliminovat úkony č. 1 a 2, které by mohl vykonávat manipulát, který drát přiveze. Vzhledem k velké vytíženosti manipulantů na dílně nebude toto řešení možné. Tuto operaci tedy zlepšovat nebudeme.

Operace 22: Seřízení rovnacích roln

Po nasunutí drátu do oblasti stroje, musí drát projít přes rovnací rolly (obr. 28), které zajistí rovnání drátu, protože ten je v mnoha případech zvlněný. Pracovník musí seřídit rovnací rolly pro nový průměr drátu. Přestavují se pouze dvě rolly, zbylé tři jsou pevné.

1. Povolení (utažení) dvou šroubů, které přestavují rovnací rolly.

Tento úkon již byl zlepšen navařením kolíků na šrouby, aby se mohly rolly přestavovat pouze rukou bez použití náradí. Šrouby tedy slouží jako kličky. Na tuto činnost se tedy dále zaměřovat nebudeme.



Obr. 28: Rovnací rolly

Operace 23: Nastavení prokluzu drátu

Prokluz drátu se nastavuje, aby délka drátu, který podají rolly, byla delší než délka ústřížku a tím bylo vždy zajištěno, že se drát dotkne dorazu, v opačném případě by čidlo dorazu vyslalo signál k vypnutí stroje.

1. Nastavení hodnoty prokluzu drátu pomocí ovládacího kola (obr. 29).
2. Nastavení hodnoty dorazu (obr. 20).

Hodnota prokluzu drátu i dorazu jsou dány výrobní dokumentací. Tato operace trvá velmi krátkou dobu, proto se na ni více zaměřovat nebudeme.



Obr. 29: Ovládací kolo pro nastavení prokluzu drátu

Operace 24: Montáž transportních prstů

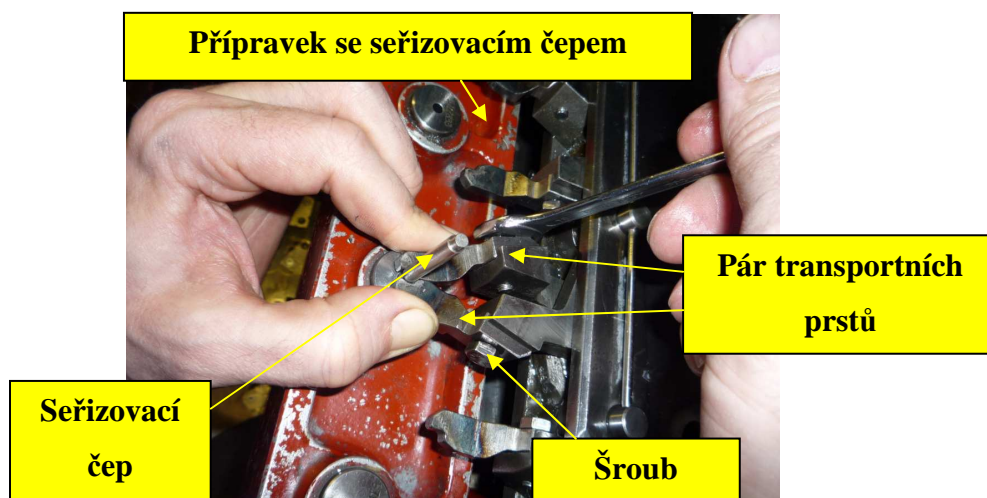
Následuje montáž pěti párů transportních prstů, které se mění po vyrobení přibližně 300 000 kusů šroubů z důvodu opotřebení.

1. Přinesení nových transportních prstů z pojízdného stolku.
2. Vložení a zajištění prstu pomocí šroubu (ne úplné dotažení).

Úkon č. 2 se opakuje pro všechny transportní prsty.

3. Nasazení přípravku na seřízení transportních prstů.
4. Seřízení páru transportních prstů pomocí seřizovacího čepu (obr. 30).
5. Dotažení šroubů pro příslušný pár.

Úkony č. 4 a 5 se opakují i pro ostatní páry transportních prstů. Na zlepšení této operace se zaměříme v další kapitole, kde bude uveden *přípravek na ostatní nástroje v oblasti lisu*, který pomůže zkrátit úkon č. 1. *Změna tvaru upínací části transportního prstu* zkrátí úkon č. 2. *Přesunutí náradí do místa seřizování v lisovací oblasti* pomůže zkrátit úkony č. 2 a 5.



Obr. 30: Seřízení transportních prstů

Operace 25: Položení a utažení bloku s transportními prsty

1. Odsunutí západky.
2. Položení bloku s transportními prsty.
3. Zašroubování šroubu do bloku s transportními prsty.
4. Nasunutí čepu pohonu transportu a jeho zajištění závlačkou.

Zkrácení bude provedeno pouze pro úkon č. 3 *přesunutím nářadí do místa seřizování v lisovací oblasti.*

Operace 26: Seřízení časování transportu

V této operaci se nastavuje, kdy se mají transportní prsty nejprve otevřít a poté kdy se mají sevřít.

1. Nastavení úvratě stroje.
2. Povolení šroubu kotouče.
3. Nastavení časování otevírání přesunutím kotouče na hodnotu na stupnici (obr. 31).
4. Utažení šroubu kotouče.

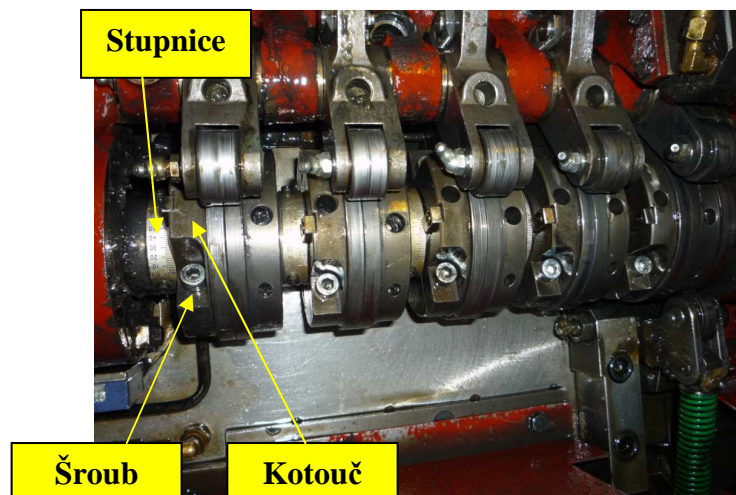
Úkony 2, 3 a 4 se opakují pro nastavení časování otevírání transportních prstů u ostatních lisovacích operací. Po seřízení otevírání transportních prstů u všech lisovacích operací se provede kontrola, jestli nedochází ke kolizi mezi prsty a nástroji.

5. Kontrola kolizí pomalým projetím stroje.
6. Nastavení úvratě stroje.
7. Povolení šroubu kotouče.
8. Nastavení časování zavírání přesunutím kotouče na hodnotu na stupnici.
9. Utažení šroubu kotouče.

Úkony 7, 8 a 9 se provedou pro seřízení zavírání transportních prstů pro všechny zbylé lisovací operace. Stejně jako po nastavení časování otevírání, tak je i zde nutné provést kontrolu kolizí.

10. Kontrola kolizí pomalým projetím stroje.

Úkony 2, 4, 7 a 9 pomůže zkrátit *přesunutí nářadí do místa seřizování v lisovací oblasti.*
Další zkrácení této operace by bylo obtížné.



Obr. 31: Seřízení časování transportu

Operace 27: Vylisování několika šroubů a porovnání s mustry – seřízení

Potom co jsou v oblasti lisu kompletně vyměněny všechny nástroje, tak se provede kontrola správnosti seřízení razníků.

1. Vylisování šroubu.
2. Porovnání šroubu s mustrem.
3. Seřízení výšky klínu.

Šroub se vylisuje na první lisovací operaci a porovná se s mustrem pro tuto lisovací operaci. Pokud šroub odpovídá mustru, šroub se vylisuje na prvních dvou lisovacích operacích a zkontroluje se s dalším. Pokud šroub neodpovídá mustru, seřídí se výška klínu, takto se postupuje, dokud není seřízeno všech pět lisovacích operací. Není možné seřít stroj napoprvé přesně a to především z důvodu velkých odchylek jak v tažnosti drátů, tak i velkých tolerancí průměru drátu. Dalším problémem je, že stroj vyrábí s velkými rozdíly v závislosti na zahřátí stroje. Délka této pracovní činnosti velmi závisí na zkušenostech seřizovače. Úkon č. 3 zkrátí *přesunutí náradí do místa seřizování v lisovací oblasti*.

Operace 28: Vylisování několika šroubů, kontrola jejich rozměrů a tolerance tvaru a polohy – seřízení

Velmi podobná operace jako 28, jen se zde kontroluje většina rozměrů a obvodové házení. Opět zde velmi záleží na zkušenostech pracovníka, který stroj seřizuje. Přístroj na kontrolu obvodového házení je přímo u lisovací oblasti, digitální posuvné měřítko má pracovník u sebe, výkres je u pracovního stolu, takže zde vzniká poměrně velké přecházení, které můžeme eliminovat *přidáním kopie výrobního výkresu do místa seřizování*.

1. Vylisování šroubu.
2. Kontrola rozměrů.
3. Seřízení lisovací oblasti – seřízení výšky klínů, seřízení osování razníků, popřípadě seřízení délky ústřížku, seřízení délky lisovacích operací.

Úkony č. 1, 2 a 3 se opakují, dokud se rozměry šroubu neshodují s výrobním výkresem.

4. Vylisování šroubu.
5. Kontrola obvodového házení.
6. Seřízení lisovací oblasti – seřízení výšek klínů, seřízení osování razníků, popřípadě seřízení délky ústřížku, seřízení délek lisovacích operací.

Seřízení osování razníků se provádí pomocí šroubů, které jsou nad razníky. Dokud se neshoduje vyrobený šroub s výrobní dokumentací, tak se úkony č. 4, 5 a 6 opakují. Úkony č. 3 a 6 pomůže zkrátit *přesunutí náradí do místa seřizování v lisovací oblasti*.

Operace 29: Seřízení dopravních cest z lisovací oblasti

Po seřízení všech lisovacích nástrojů je nutné nastavit dopravní cesty z lisu do kupy pro nový rozměr šroubu. Konkrétně se musí změnit šířka dopravní mezery při změně průměru šroubu.

1. Otevření krytu dopravníku.
2. Otevření dveří do oblasti kupy.
3. Seřízení šířky mezery dopravníku v oblasti kupy pomocí šroubu (obr. 32).
4. Seřízení dopravníku v lisovací oblasti pomocí šroubů.
5. Seřízení kamenů na správnou tloušťku hlavy, kameny zajišťují správnou polohu šroubu (obr. 33).
6. Kontrola seřízení dopravníku.
7. Zavření krytu dopravníku.

U této operace se zaměříme především na úkon č. 4, který zkrátíme *úpravou šroubů na seřízení dopravníku v lisovací oblasti*.



*Obr. 32: Seřízení dopravníku
v oblasti kupy*



Obr. 33: Seřízení kamenů dopravníku v lisovací oblasti

Operace 30: Čištění oblasti kupy a válcovačky

Následně se začíná seřizovat oblast kupy a válcovačky, podobně jako u lisovací oblasti i zde se začíná čištěním.

1. Naplnění nádoby odmašťovací kapalinou.
2. Mytí oblasti kupy.
3. Otevření dveří do oblasti válcovačky.
4. Mytí oblasti válcovačky.

Pro zlepšení této operace navrhujeme *přidání nádoby na odmašťovací kapalinu a vědra do oblasti kupy*, aby se zamezilo přecházení mezi oblastí lisu a kupy z důvodu doplňování kapaliny.

Operace 31: Sušení oblasti kupy a válcovačky

Sušení se provádí hadrem stejně jako v lisovací oblasti.

1. Sušení oblasti kupy od odmašťovacího přípravku.
2. Sušení oblasti válcovačky od odmašťovacího přípravku.

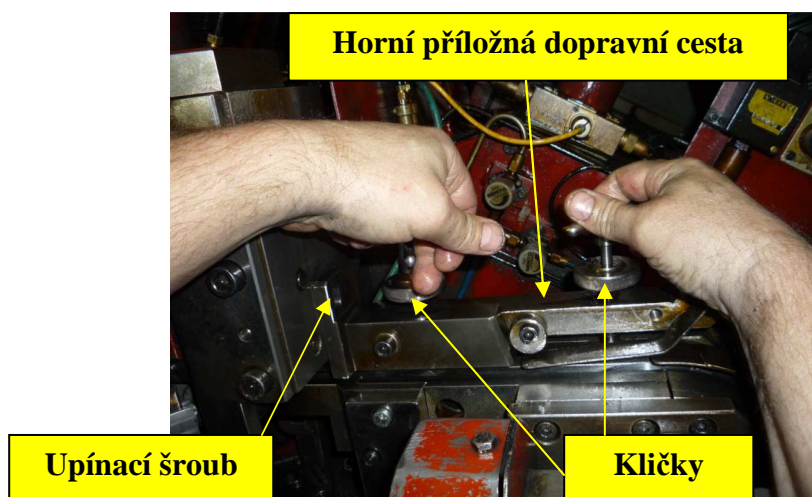
Suché hadry jsou v zásobníku, který se nachází v lisovací oblasti. Přidávat další zásobník do oblasti kupy nebudeme, protože je zde poměrně málo místa, ale připravení hadrů k oblasti kupy by měl pracovník udělat v přípravné fázi před začátkem seřizování a tato činnost by měla být uvedena v pracovním postupu.

Operace 32: Demontáž horní příložné dopravní cesty do kupy

Horní příložná dopravní cesta slouží k tomu, aby se šrouby v dopravních cestách nepřekládaly nebo nepřetáčely, takže zajišťují správnou polohu šroubu v dopravní cestě. Tato dopravní cesta se nachází mezi lisovací oblastí a oblastí kupy.

1. Povolení obou kliček (obr. 34).
2. Odšroubování upínacího šroubu.
3. Vyjmutí a odložení horní příložné dopravní cesty na zem.

Kličky se povolují rukou, takže se zaměříme na úkon č. 2, který zkrátí *přesunutí nářadí do místa seřizování v oblasti kupy* a také *změna tvaru upínací části horní příložné dopravní cesty do kupy*.



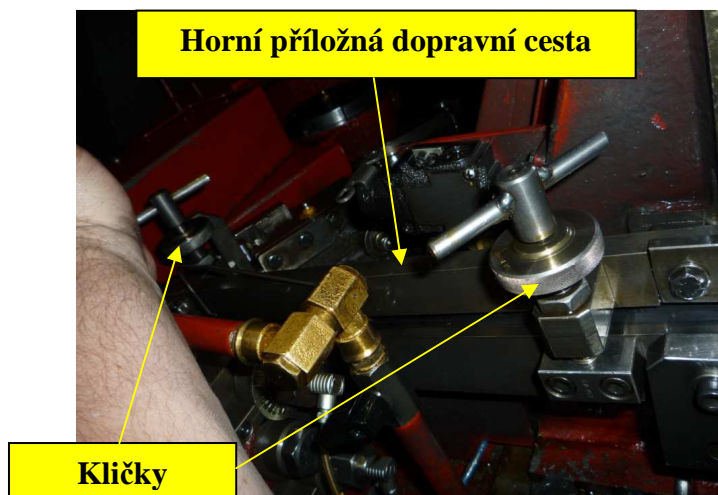
Obr. 34: Demontáž horní příložné dopravní cesty do kupy

Operace 33: Demontáž horní příložné dopravní cesty do válcovačky

Tato příložná dopravní cesta má stejnou funkci jako u operace č. 32 a nachází se mezi kupou a válcovačkou.

1. Povolení obou kliček (obr. 35).
2. Odložení horní příložné dopravní cesty na zem.

Tato operace je velmi podobná operaci č. 32, ale není zde upínací šroub, takže se na zkrácení této operace zaměřovat nebudeme.



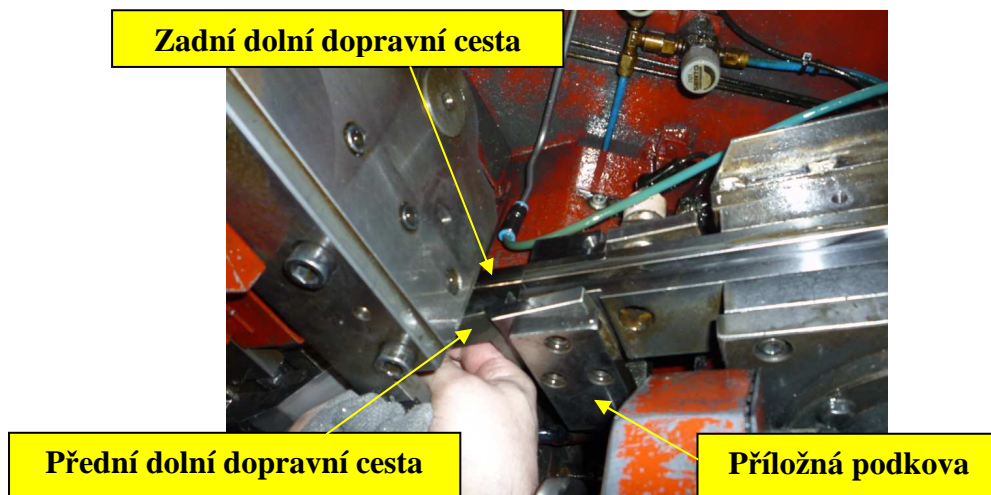
Obr. 35: Demontáž horní příložné dopravní cesty do válcovačky

Operace 34: Seřízení dopravních cest do kupy

Pracovník musí nastavit šířku dopravní cesty do kupy (obr. 36) tak, aby odpovídala danému průměru šroubu, což se provede výměnou dolních dopravních cest.

1. Odšroubování šroubů, které upínají dolní dopravní cesty.
2. Vyjmutí přední dolní dopravní cesty a její položení na kryt dopravníku.
3. Vyjmutí příložné podkovy a její odložení na kryt dopravníku.
4. Vyjmutí zadní dolní dopravní cesty a její položení na kryt dopravníku.
5. Vložení zadní dolní dopravní cesty.
6. Vložení příložné podkovy a upnutí zadní dolní dopravní cesty.
7. Vložení přední dolní dopravní cesty a její upnutí.

Tato operace je poměrně náročná na prostor v oblasti seřizování. Úkony č. 1, 6 a 7 pomůže zkrátit *přesunutí náradí do místa seřizování v oblasti kupy*. Úkony č. 2 a 7 pomůže zkrátit *přípravek na nástroje v oblasti kupy*.



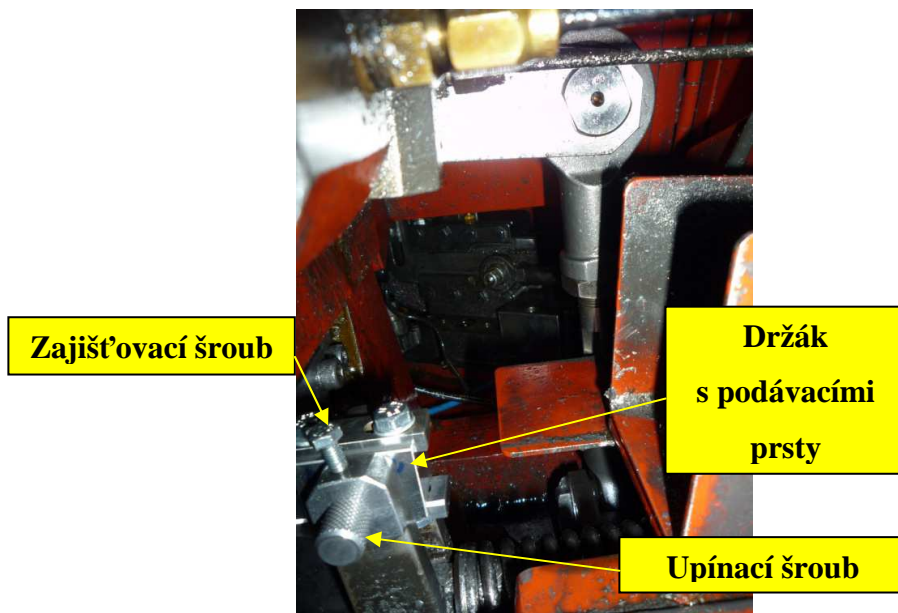
Obr. 36: Dolní dopravní cesta do kupy

Operace 35: Demontáž držáku s podávacími prsty v kupě

Podávací prsty jsou upnuté v držáku (obr. 37) a slouží k transportu šroubu do místa obrábění sražení válcové části šroubu.

1. Povolení zajišťovacího šroubu a povolení upínacího šroubu.
2. Vyjmutí držáku s podávacími prsty a odnesení držáku k pracovnímu stolu.

Úkon č. 1 zkrátíme přesunutím nářadí do místa seřizování v oblasti kupy.



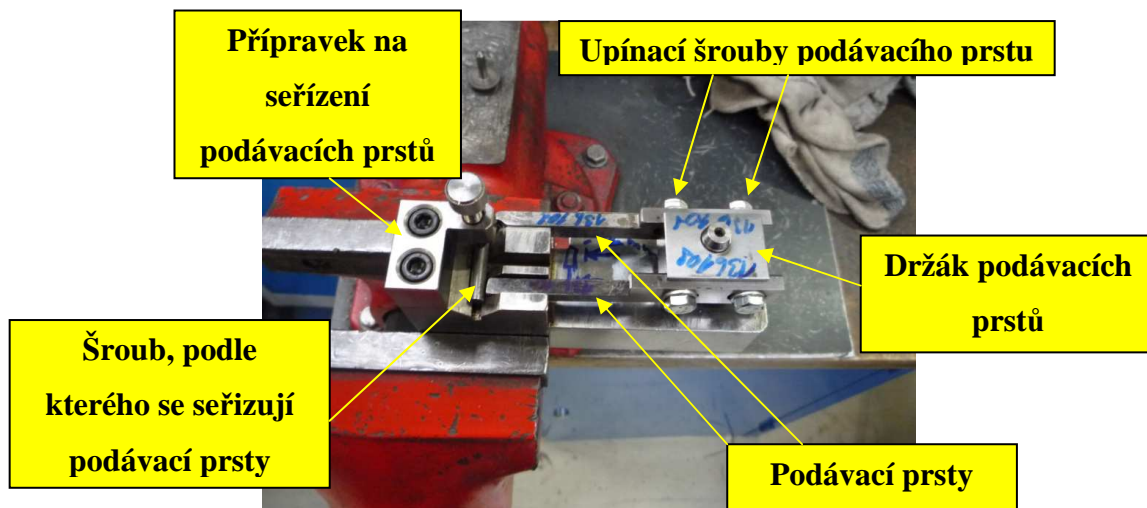
Obr. 37: Upnutí držáku s podávacími prsty v kupě

Operace 36: Výměna podávacích prstů

1. Upnutí přípravku na seřízení podávacích prstů do svěráku.
2. Vložení držáku s podávacími prsty do přípravku.

3. Demontáž podávacích prstů.
4. Montáž podávacích prstů.
5. Seřízení podávacích prstů (obr. 38).
6. Vyjmutí držáku s podávacími prsty a vyjmutí přípravku na seřízení ze svěráku.

Tuto operace v další kapitole převedeme na externí.



Obr. 38: Seřízení podávacích prstů

Operace 37: Montáž držáku s podávacími prsty v kupě

1. Vložení držáku s podávacími prsty do oblasti kupy.
2. Utažení upínacího šroubu a utažení zajišťovacího šroubu.

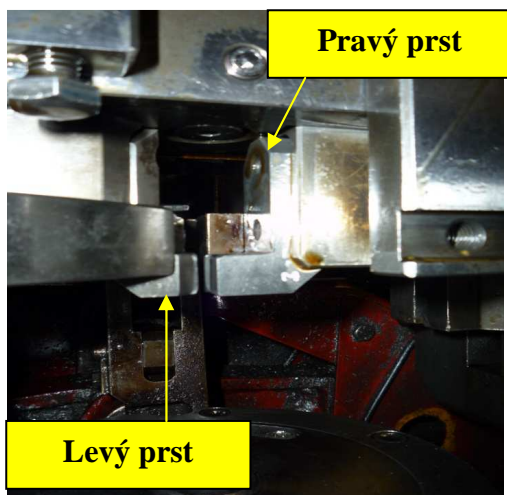
Úkon č. 2 můžeme zkrátit *přesunutím nářadí do místa seřizování v oblasti kupy*.

Operace 38: Demontáž prstů v kupě

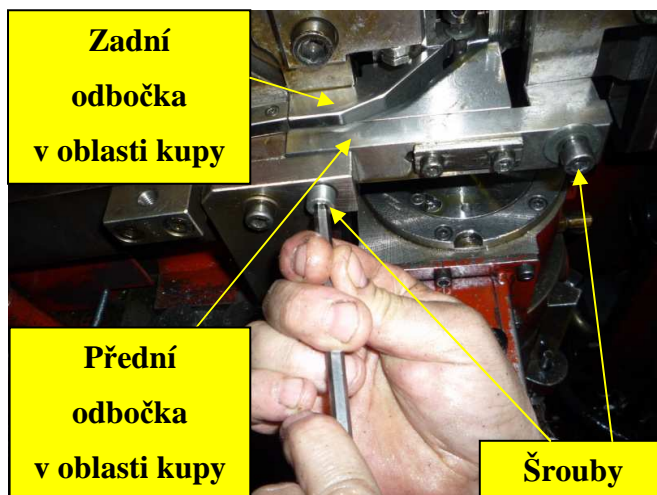
Prsty v kupě (obr. 39) slouží k sevření šroubu během soustružení sražení na konci šroubu, čímž zamezí jeho pohyb.

1. Povolení šroubu upínajícího čep přítlaku a jeho odstavení a následné zajištění čepu šroubem.
2. Odšroubování dvou šroubů upínajících přední odbočku v kupě, její vyjmutí (obr. 40) a položení na kryt dopravníku.
3. Odšroubování dvou šroubů upínajících pravý prst, jeho vyjmutí a odložení na kryt.
4. Odšroubování dvou šroubů upínajících levý prst, jeho vyjmutí a položení na kryt.

Všechny tyto úkony se zkrátí *přesunutím nářadí do místa seřizování v oblasti kupy*. U úkonů č. 2, 3 a 4 zkrátíme vyjmutí všech dílů díky *přípravku na nástroje v oblasti kupy*. Úkon č. 4 zkrátíme pomocí *změny tvaru levého prstu*.



Obr. 39: Prsty v kupě



Obr. 40: Demontáž odbočky v oblasti kupy

Operace 39: Montáž prstů v kupě

1. Vložení levého prstu a jeho upnutí.
2. Vložení pravého šroubu a jeho upnutí.

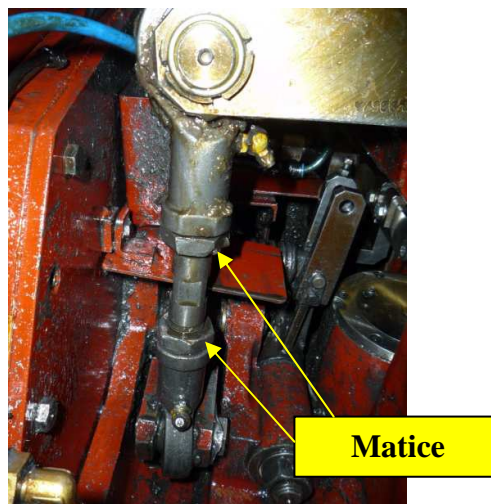
Tyto úkony můžeme zkrátit *přesunutím nářadí do místa seřizování v oblasti kupy*. Úkon č. 1 zkrátíme *změnou tvaru levého prstu*. Úkony č. 1 a 2 zkrátí *přípravek na nástroje v oblasti kupy*.

Operace 40: Seřízení výšky prstů v kupě

Výška prstů se seřizuje, aby prsty držely šroub přesně pod jeho hlavou.

1. Seřízení výšky prstů pomocí nastavení polohy dvou matic u rozpěrného šroubu (obr. 41).

Tuto operaci pomůže zkrátit *přesunutí nářadí do místa seřizování v oblasti kupy*. Jiné zkrácení této operace navrhopat nebudeme, protože není časově příliš náročná.



Obr. 41: Seřízení výšky prstu

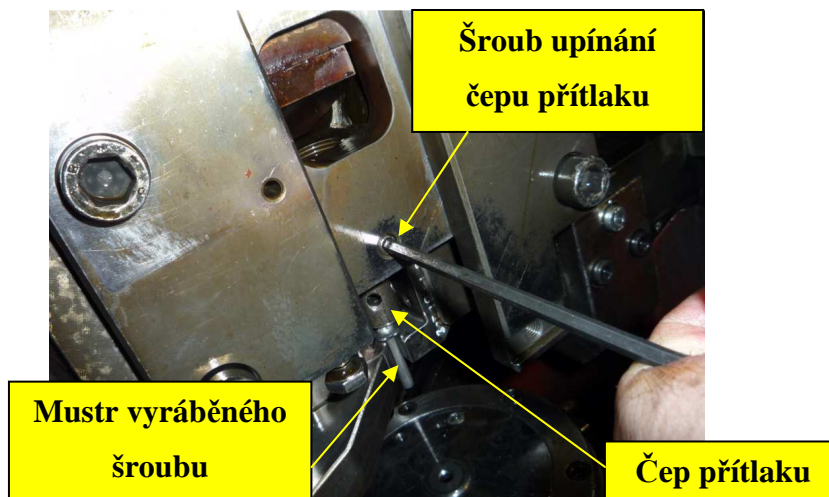
Operace 41: Seřízení přítlaku na hlavu šroubu

Dále je nutné seřídit přítlak čepu na hlavu šroubu při obrábění sražení na konci šroubu.

1. Uvolnění šroubu, který upíná čep přítlaku.
2. Vložení mustru vyráběného šroubu a ustavení čepu do správné polohy (obr. 42).

3. Utažení šroubu, který upíná čep přítlaku.

Úkony č. 1 a 3 bude možné zkrátit *přesunutím náradí do místa seřizování v oblasti kupy*. Jiné zlepšení této operace navrhopat nebudeme.



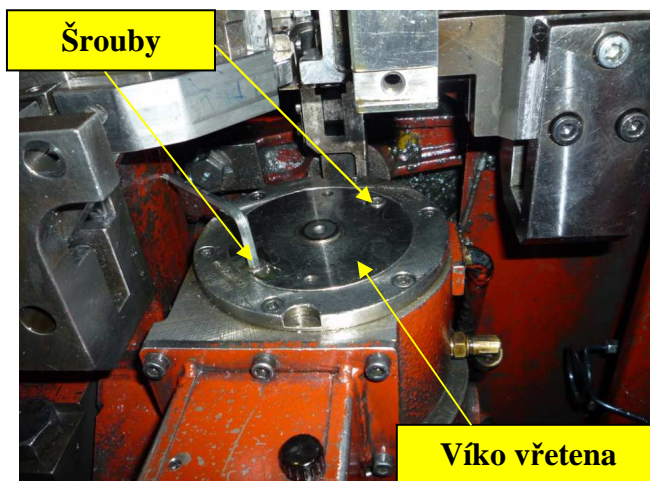
Obr. 42: Seřízení přítlaku na hlavu šroubu

Operace 42: Demontáž nástroje v kupě

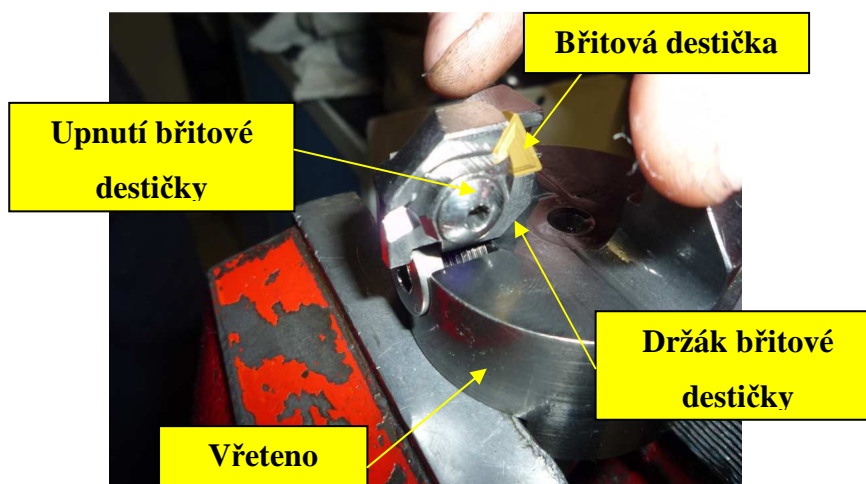
Nástroj v kupě je vřetenno se dvěma břitovými destičkami ze slinutých karbidů. Tyto destičky jsou upnuty pomocí tvarového spoje, který zajišťuje šroub a po opotřebení břitových destiček je nutná jejich výměna.

1. Nastavení dolní úvratě kupy pomocí páky.
2. Povolení dvou šroubů, které upínají víko vřetenno (obr. 43).
3. Vyjmutí a odložení víka na kryt dopravníku.
4. Uvolnění vřetenno a jeho vyjmutí.
5. Odnesení vřetenno ke svěráku, jeho upnutí a demontáž břitových destiček (obr. 44).

Úkony č. 2 a 4 zkrátíme *přesunutím náradí do místa seřizování v oblasti kupy*. Šrouby u víka stačí pouze povolit, s víkem se pootočí a lze ho vyjmout. Úkon č. 3 zkrátíme *přípravkem na nástroje v oblasti kupy*.



Obr. 43: Víko vřetena

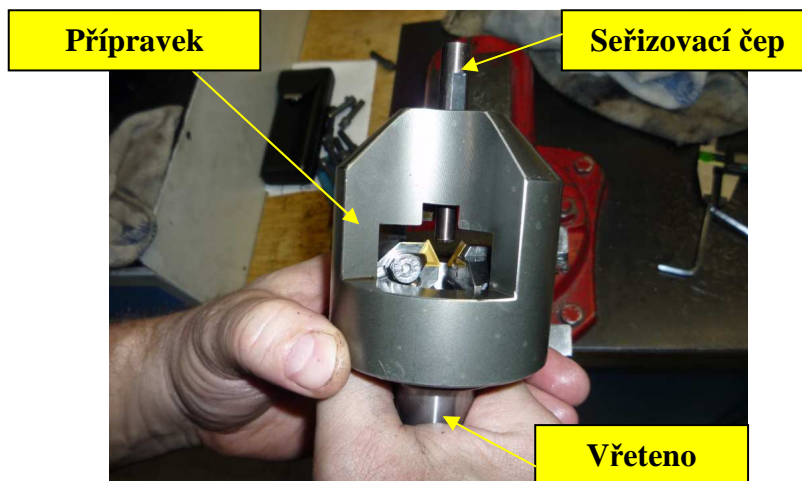


Obr. 44: Demontáž břitových destiček z vřetena, které je upnuté ve svěráku

Operace 43: Montáž nástroje v kupě

1. Montáž břitových destiček.
2. Nasazení přípravku na vřeteno a seřízení břitových destiček pro nový průměr šroubu (obr. 45).
3. Vyjmutí vřetena ze svěráku a vyjmutí přípravku.
4. Vložení vřetena do oblasti kupy a jeho upnutí.
5. Vložení víka do oblasti kupy a jeho upnutí.
6. Nastavení horní úvratě kupy.

Úkony č. 4 a 5 se podaří zlepšit *přesunutím náradí do místa seřizování v oblasti kupy*. Úkon č. 5 se zkrátí díky *přípravku na nástroje v oblasti kupy*. Návrh duplikátního vřetena, které by bylo již připraveno s novými břitovými destičkami, v tomto případě uvádět nebudeme, protože cena vřetena je velmi vysoká.



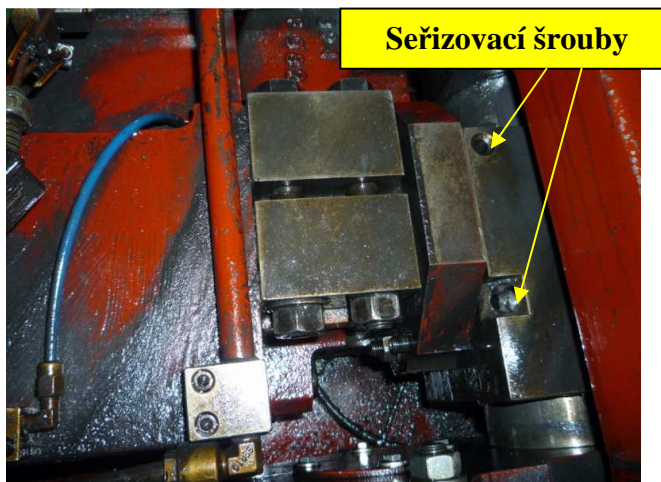
Obr. 45: Vřeteno s nasazeným přípravkem

Operace 44: Seřízení kupy

Především je třeba seřídit osování (obr. 46), aby byla zajištěna shodná osa vřetena a vyráběného šroubu.

1. Seřízení správné polohy vřetena pomocí šroubů.

Tuto operaci pomůže zkrátit především *přesunutí náradí do místa seřizování v oblasti kupy*.



Obr. 46: Seřízení osování

Operace 45: Montáž horní příložné cesty do kupy

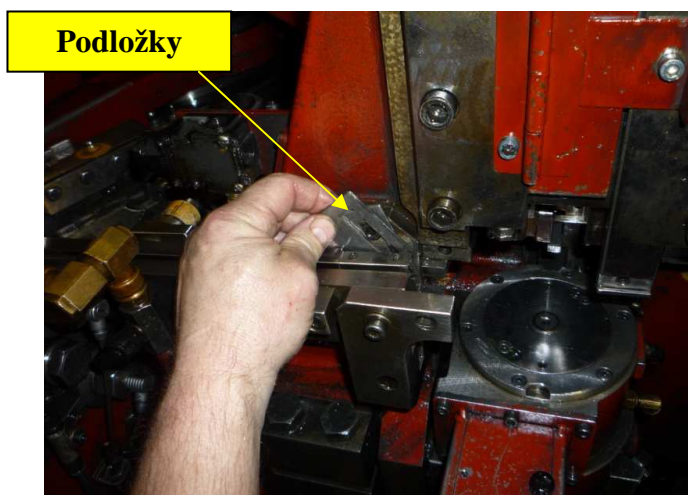
1. Položení horní příložné dopravní cesty a utažení klíček.
2. Seřízení horní příložné dopravní cesty podle výšky hlavy vyráběného šroubu.
3. Zašroubování upínacího šroubu.

Úkon č. 3 zkrátíme *přesunutím náradí do místa seřizování v oblasti kupy a změnou tvaru upínací části horní příložné dopravní cesty*.

Operace 46: Seřízení dopravních cest v kupě

1. Uvolnění šroubu a vyjmutí zadní odbočky v oblasti kupy a její odložení na kryt dopravníku.
2. Vyjmutí podložek, které vymezují šířku mezery v dopravní cestě z kupy (obr. 47) a jejich odložení na kryt dopravníku.
3. Vložení nových podložek.
4. Vložení zadní odbočky a její upnutí.
5. Vložení přední odbočky a její upnutí.
6. Seřízení šířky odbočky v kupě.

Úkony č. 1, 4, 5 a 6 pomůže zkrátit především *přesunutí náradí do místa seřizování v oblasti kupy*. U úkonů č. 1, 2, 3, 4 a 5 odložení a vložení jednotlivých součástí zkrátí *přípravek na nástroje v oblasti kupy*. Úkony č. 2 a 3 se pokusíme zkrátit *návrhem uchycení podložek a sjednocením podložek*.



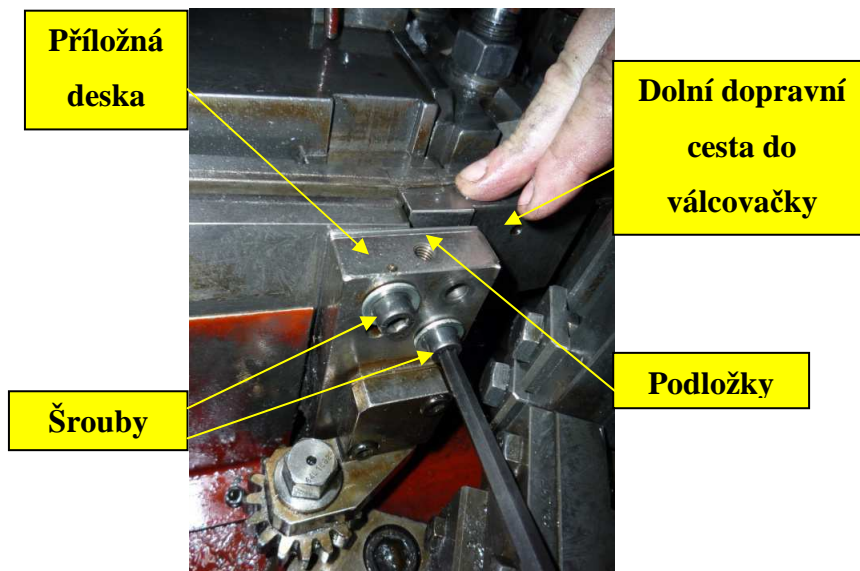
Obr. 47: Seřízení dopravních cest v oblasti kupy

Operace 47: Demontáž dolní dopravní cesty do válcovačky

Na obr. 48 je zachycena dolní dopravní cesta do válcovačky, která vede šrouby k podávacím prstům ve válcovačce.

1. Povolení šroubů z příložné desky.
2. Vyjmutí dolní dopravní cesty do válcovačky a její odložení na kryt dopravníku.
3. Vyjmutí podložek a jejich odložení na kryt dopravníku.
4. Povolení šroubů, vyjmutí příložné dolní dopravní cesty a její odložení na kryt.

Úkony č. 1 a 4 zkrátíme *přesunutím nářadí do místa seřizování v oblasti válcovačky*.
Úkony č. 2, 3 a 4 zkrátí *přípravek na nástroje v oblasti válcovačky*. Úkon č. 3 pomůže
zlepšit *návrh uchycení podložek a sjednocení podložek*.



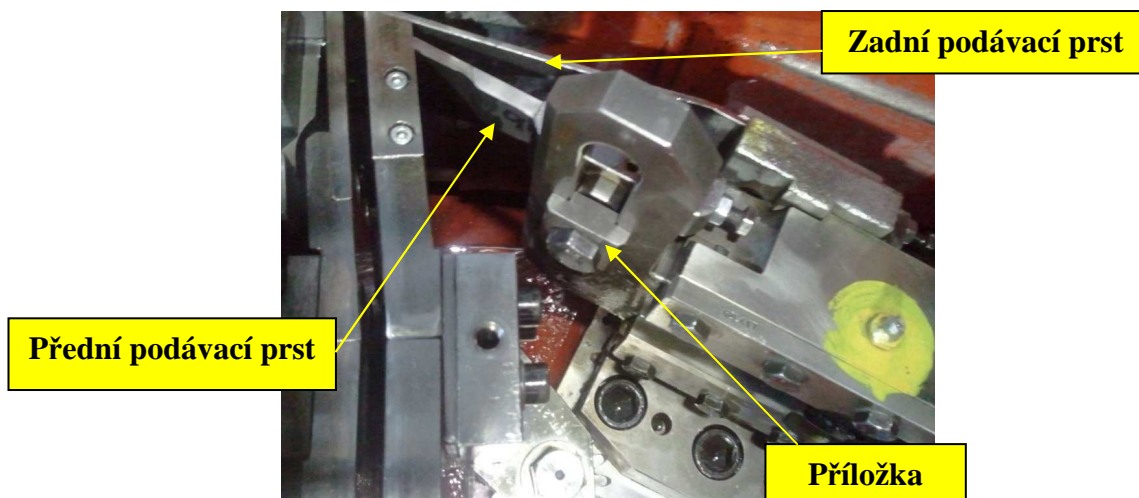
Obr. 48: Dolní dopravní cesta do válcovačky

Operace 48: Demontáž držáku s podávacím prstem v oblasti válcovačky

Podávací prsty v oblasti válcovačky (obr. 49) dopravují vyráběný šroub do místa tváření závitu mezi válcovací čelisti.

1. Uvolnění šroubu, který upíná příložku a její vyjmutí.
2. Vyjmutí držáku s předním podávacím prstem a odložení držáku na kryt dopravníku.

Úkon č. 1 lze zkrátit *přesunutím nářadí do místa seřizování v oblasti válcovačky*, úkon č. 1 a 2 zkrátí *přípravek na nástroje v oblasti válcovačky*.



Obr. 49: Podávací prsty v oblasti válcovačky

Operace 49: Výměna podávacího prstu v držáku

1. Odnesení držáku s podávacím prstem k pracovnímu stolu a upnutí držáku do svěráku.
2. Odšroubování šroubů, které upínají podávací prst.
3. Výměna podávacího prstu.
4. Zašroubování šroubů, které upínají podávací prst a vyjmutí držáku ze svěráku.

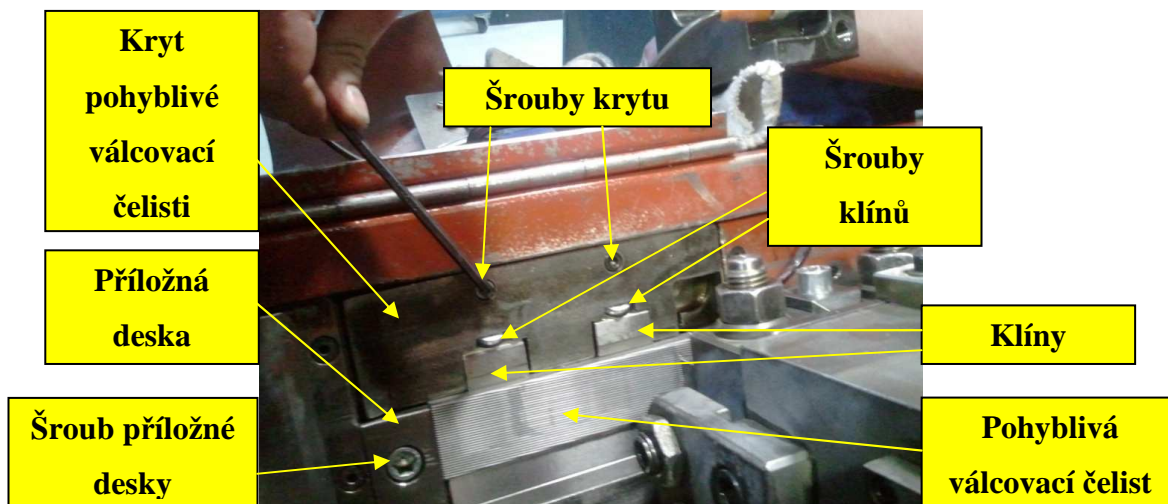
Na zkrácení této operace se zaměříme v další kapitole, kdy se ji budeme snažit převést na externí operaci.

Operace 50: Demontáž válcových čelistí

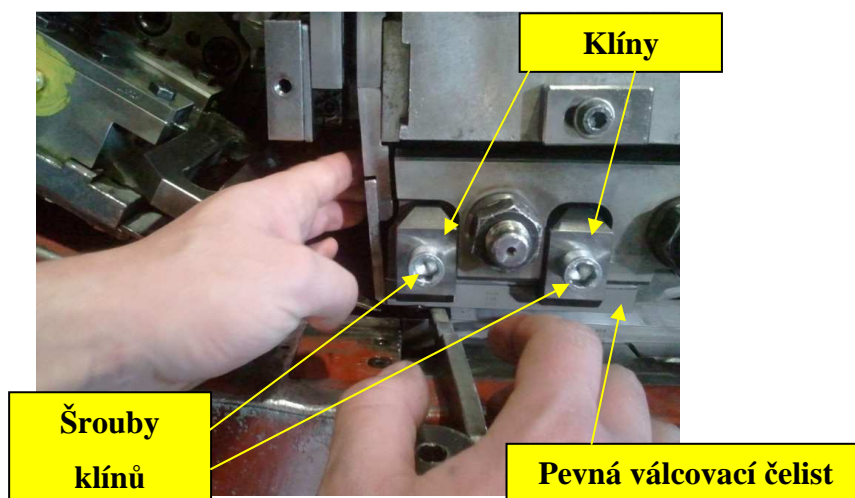
Válcové čelisti jsou dvě desky s obdélníkovým průřezem, které tváří závit. Jedna deska je posuvná (obr. 50), druhá je pevná (obr. 51).

1. Odšroubování páčky čidla u zařízení na kontrolu Lg a její odložení na kryt dopravníku.
2. Odšroubování dvou šroubů krytu pohyblivé válcovací čelisti, jeho vyjmutí a odložení.
3. Odšroubování dvou šroubů u klínů posuvné čelisti a vyjmutí klínů se šrouby, jejich odložení na kryt dopravníku.
4. Odšroubování dvou šroubů u příložné desky posuvné čelisti a vyjmutí desky se šroubem a položení desky na kryt dopravníku.
5. Vyjmutí pohyblivé válcovací čelisti a podložky, položení čelisti i podložky na kryt dopravníku.
6. Změna polohy pohyblivé válcovací čelisti.
7. Povolení příložné desky pevné čelisti.
8. Odšroubování dvou šroubů u klínů pevné čelisti.
9. Vyjmutí pevné válcovací čelisti a podložky, jejich položení na kryt dopravníku.

Úkony č. 1, 2, 3, 4, 7 a 8 pomůže zkrátit *přesunutím náradí do místa seřizování v oblasti válcovačky*. Úkony č. 3, 5 a 9 zkrátí *přípravek na nástroje v oblasti válcovačky*. Jiné zkrácení této operace bude obtížné, protože válcovací čelisti musí mít zajištěné pevné upnutí, které nebudeme měnit. Další zlepšení této operace tedy navrhovat nebudeme.



Obr. 50: Pohyblivá válcovací čelist



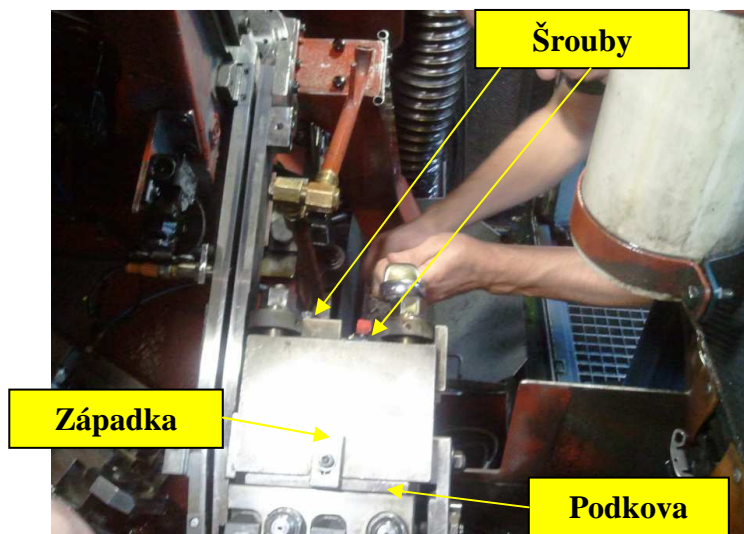
Obr. 51: Pevná válcovací čelist

Operace 51: Demontáž podkovy

Podkova slouží k vymezení vůle mezi válcovacími čelistmi.

1. Uvolnění šroubů, které upínají podkovu (obr. 52).
2. Uvolnění západky a její odsunutí.
3. Vyjmutí podkovy a odložení podkovy na kryt dopravníku.

Úkon č. 2 se zkrátí přesunutím nářadí do místa seřizování v oblasti válcovačky. Úkon č. 3 zkrátíme pomocí přípravku na nástroje v oblasti válcovačky a návrhu uchycení podkovy. Úkon č. 1 zkrátí přesunutím nářadí do místa seřizování v oblasti kupy.



Obr. 52: Demontáž podkovy

Operace 52: Montáž podkovy

1. Vložení podkovy.
2. Utažení šroubů, které upínají podkovu.
3. Zasunutí západky a její zajištění.

Úkon č. 1 zkrátíme pomocí *přípravku na nástroje v oblasti válcovačky* a také *návrhem uchycení podkovy*. Úkon č. 3 bude možné zkrátit *přesunutím nářadí do místa seřizování v oblasti válcovačky*. Úkon č. 2 pomůže zkrátit *přesunutí nářadí do místa seřizování v oblasti kupy*.

Operace 53: Montáž válcových čelistí

1. Vložení podložky a pevné válcovací čelisti.
2. Utažení šroubů, které upínají klíny pevné válcovací čelisti.
3. Utažení příložené desky u pevné čelisti.
4. Změna polohy pohyblivé válcovací čelisti.
5. Vložení podložky a pohyblivé válcovací čelisti.
6. Vložení příložené desky a utažení šroubů, které ji upínají.
7. Vložení klínů pohyblivé válcovací čelisti a utažení šroubů, které je upínají.
8. Vložení krytu pohyblivé válcovací čelisti a utažení dvou šroubů, které ho upínají.

Úkony č. 2, 3, 6, 7 a 8 pomůže zkrátit *přesunutí nářadí do místa seřizování v oblasti válcovačky*. Také zkrátíme úkony č. 1, 5, a 7 *přípravkem na nástroje v oblasti válcovačky*.

Operace 54: Montáž dolní dopravní cesty do válcovačky

1. Vložení a utažení příložené dolní dopravní cesty.
2. Vložení podložek pod příložnou desku.
3. Utažení šroubu příložené desky.
4. Vložení dolní dopravní cesty do válcovačky a její upnutí.

Úkony č. 1, 2 a 4 zkrátíme díky *přípravku na nástroje v oblasti válcovačky*. Úkony č. 1, 3, a 4 bude možné zkrátit *přesunutím nářadí do místa seřizování v oblasti válcovačky*.

Operace 55: Montáž držáku s podávacím prstem v oblasti válcovačky

1. Vložení držáku s podávacím prstem do oblasti válcovačky.
2. Vložení příložky a její upnutí.
3. Seřízení podávacích prstů.

Úkon č. 2 a 3 zkrátíme *přesunutím nářadí do místa seřizování v oblasti válcovačky*. Úkon č. 1 bude možné zkrátit *přípravkem na nástroje v oblasti válcovačky*.

Operace 56: Seřízení dopravních cest do válcovačky

1. Seřízení dolní dopravní cesty z kupy.
2. Seřízení dolní dopravní cesty do válcovačky.

Oba tyto úkony pomůže zkrátit *přesunutí nářadí do místa seřizování v oblasti válcovačky*. Další zlepšení zde navrhopat nebudeme.

Operace 57: Montáž horní příložené cesty do válcovačky

1. Přiložení horní příložené dopravní cesty do válcovačky.
2. Ruční utažení kliček.
3. Seřízení horní příložené dopravní cesty do válcovačky podle výšky hlavy šroubu.

Tato operace trvá poměrně krátký čas, na její zlepšení se zaměřovat nebudeme.

Operace 58: Seřízení válcovacích čelistí

1. Seřízení válcovacích čelistí pomocí šroubů, které nastavují podkovu.

Úkon č. 1 zkrátíme *přesunutím nářadí do místa seřizování v oblasti kupy*. Další zkrácení zde navrhopat nebudeme.

Operace 59: Seřízení zařízení na kontrolu Lg

Toto zařízení kontroluje vzdálenost mezi prvním funkčním závitem a dosedací plochou šroubu.

1. Montáž páčky čidla u zařízení na kontrolu Lg.
2. Seřízení zařízení na kontrolu Lg.

Úkon č. 1 zkrátíme pomocí *přesunutí náradí do místa seřizování v oblasti válcovačky*. Na další zkrácení se zde zaměřovat nebudeme.

Operace 60: Vylisování několika šroubů v lisovací oblasti a její seřízení

V podstatě se opakuje operace 27 a 28. Z důvodu zahřátí stroje a tím možné odchylce od původního seřízení je znovu nutné provést kontrolu.

1. Vyrobení šroubu.
2. Porovnání šroubu s mustrem.
3. Kontrola rozměrů.
4. Kontrola obvodového házení.
5. Případné seřízení jako v operaci 27 a 28.
6. Utažení kontramatic u klínů a razníků.

Úkony č. 3 a 4 zkrátíme *přidáním kopie výrobního výkresu do místa seřizování*. Úkony č. 5 a 6 poté *přesunutím náradí do místa seřizování v lisovací oblasti*. Nelze vynechat operace 27 a 28 a lisovací oblast seřídít až po oblasti kupy a válcovačky, protože je nutné z hlediska seřizování dalších oblastí, aby z lisovací oblasti vystupoval šroub se správnými rozměry.

Operace 61: Kontrola seřízení dopravních cest v oblasti kupy a válcovačky

Provádí se vizuálně a kontroluje se, jestli se šrouby v dopravních cestách nezablokují, nepřeklápí a podobně.

1. Spuštění transportu šroubů v oblasti kupy a válcovačky.
2. Kontrola dopravních cest v oblasti kupy a válcovačky.
3. Případné seřízení dopravních cest.

Úkon č. 3 zkrátí *přesunutí náradí do místa seřízení v oblasti kupy a válcovačky*. Další zlepšení zde navrhopat nebudeme.

Operace 62: Kontrola hotového šroubu

1. Vyrobení několika šroubů včetně závitu.
2. Kontrola závitu pod mikroskopem, který je na pracovním stole.
3. Případné seřízení válcovacích čelistí.

Ve většině případů se u úkonu č. 3 jedná jen o jemné seřízení, které pomůže zkrátit *přesunutí nářadí do místa seřizování v oblasti kupy*.

Operace 63: Kontrola šroubu na oddělení kontroly

Vyrobené šrouby z předchozí operace se odnesou na oddělení kontroly, kde je provedena kontrola zbylých rozměrů a dále se kontroluje profil závitu. Pokud je vše v pořádku, pracovník dostane povolení k zahájení výroby.

1. Odnesení šroubů na oddělení kontroly.
2. Čekání na povolení k zahájení výrobě.
3. Návrat ke stroji.

V případě, že vyráběné šrouby neodpovídají výrobní dokumentaci, musí pracovník seřídít stroj a celá operace se opakuje. Na zlepšení této operace se zaměříme v příští kapitole, kde se ji pokusíme převést na externí.

Operace 64: Zahájení výroby

Pokud pracovník dostane povolení k zahájení výroby, pustí stroj a zahájí tak výrobu další výrobní dávky.

1. Zavření krytu lisovací oblasti.
2. Přepnutí stroje na výrobu další výrobní dávky.

Tato operace trvá velmi krátký čas, zlepšovat ji z toho důvodu nebudeme.

4.3 Ostatní činnosti při přestavbě

Dále se při těžké přestavbě objevil problém s podáváním drátu. Tato chyba (pravděpodobně v elektronice stroje) představovala zdržení 24 minut a 18 sekund. Tento čas nebyl do celkového času přestavby započítán. Tato chyba je zcela nahodilá a zatím se ji nepodařilo opravit.

Ve sledu pracovních činností jsou uvedeny všechny interní činnosti při přestavbě, mezi externí činnosti patří pouze příprava všech nástrojů a součástí, které se vyměňují.

4.4 Závěr analýzy přetypování

Těžká přestavba na stroji Sacma SP 28 A z výrobní dávky šroubu M6x20 na šroub M8x22 trvala 283,43 minut. Průměr přestaveb v roce 2011 byl 688,6 minut. Rozdíl mezi rokem 2011 a přestavbou, která byla natáčena, nespočívá ve značném zlepšení přetypování oproti minulému roku, ale pouze chybějící motivací pracovníků, kteří zvládnou přestavit stroj o poznání rychleji, když jsou natáčeni kamerou a kontrolováni. Pracovníci mají vyplacenou prémii v hodnotě 1 000 Kč, pokud přestavbu dokončí do dvanácti hodin. Nic už je ale nemotivuje stroj přestavit rychleji. Proto bude nezbytné se v další kapitole vedle technických zlepšení také zaměřit na *motivační systém* pracovníků. Nabízelo by se zde také, aby jeden pracovník seřizoval oblast lisu a druhý oblast kupy a válcovačky, ale toto by vyžadovalo seřadit stroj do příslušné polohy (kdy by se daly seřizovat všechny oblasti) a poté by každý pracovník mohl demontovat a montovat příslušné nástroje, ale nemohl by stroj seřizovat, protože nelze ovládat oblast lisu a zároveň oblast kupy a naopak. Navíc v současné situaci ve firmě Kamax není možné, aby se uvolnil zaměstnanec například na 2 hodiny jen na potřeby přestavby, proto se nebudeme snažit operace provádět paralelně.

5. Rozpracování navrhovaného řešení v případové studii

5.1 Rozdělení činností na externí a interní

Všechny činnosti ze sledu pracovních činností („jízdního řádu“) jsou v současném stavu činnosti interní. Externí činnosti jsou pouze přípravné činnosti (příprava všech nástrojů, pomůcek a dalších součástí), všechny tyto díly jsou vybrány ze skříní, skladu atd., následně jsou položeny na pojízdný stolek, který se umístí naproti schodům do lisovací oblasti. Na přípravné fázi velmi závisí. Kdyby pracovník nepřipravil potřebné nástroje za chodu stroje, tak by čas přestavby značně vzrostl.

5.2 Přesun činností interních na externí

Strojní zařízení Sacma SP 28 A je poměrně nepřístupné seřizování. Není zde možné vyměnit například celý blok stroje. Proto zde bude i málo operací, které můžeme přesunout na externí operace.

Přesun úkonu č. 4 z operace č. 6 na externí (čištění matric):

Matrice se čistí hadrem od oleje, popřípadě od odmašťovacího přípravku. Toto čištění je možné provést až po skončení přestavby.

Přesun úkonu č. 4 z operace č. 9 na externí (čištění razníku, podložek a vyrážecích tyčí):

Velmi podobný případ jako u operace č. 6, jen se zde čistí razníky, podložky a vyrážecí tyče, postup bude stejný jako v operaci č. 6.

Přesun operace č. 12 na externí (výměna střížného nože):

Místo toho, aby se musel střížný nůž vyměňovat v držáku za klidu stroje, bude vyroben duplicitní držák a střížný nůž do něho montován už v přípravné fázi, takže dojde pouze k demontování držáku s původním střížným nožem, odložení držáku do bedny a *z přípravku na ostatní nástroje v oblasti lisu* bude vybrán nový držák a ten následně montován do stroje.

Přesun operace č. 14 na externí (odnesení bedny s nástroji):

Bedna s nástroji se odnese až po skončení přestavby při výrobě další výrobní dávky.

Přesun operace č. 36 na externí (výměna držáku s podávacími prsty):

Podobně jako u operace č. 12 i zde bude vyroben duplicitní držák na podávací prsty, které budou na tento držák montovány už v přípravné fázi. Pracovník pouze vyjme původní držák, odloží ho do *přípravku na nástroje v oblasti kupy*. Z tohoto přípravku také vyjme nový držák, který následně upne do stroje.

Přesun operace č. 49 na externí (výměna držáku s podávacím prstem):

Také zde bude vyroben duplicitní držák na podávací prst v oblasti válcovačky a už v přípravné fázi pracovník upne a seřídí podávací prst. Původní držák se tedy demontuje, odloží do *přípravku na nástroje v oblasti válcovačky* a následně se z tohoto přípravku vyjme nový držák a ten se vloží a upne do stroje.

Přesun operace č. 63 na externí (kontrola šroubu na oddělení kontroly):

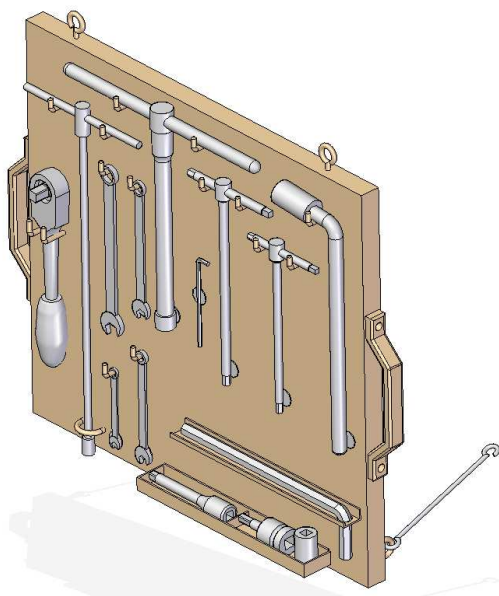
Ve většině případů pracovník seřídí stroj správně a kontrola na oddělení kontroly je pouze zdržením před zahájením výroby, i když se často už stroj neseřizuje. Nabízela by se zde možnost, která už byla ve firmě Kamax aplikována a momentálně se k ní opět přechází. Spočívá v tom, že pracovník seřídí stroj podle svých zkušeností a svého svědomí a následně zahájí výrobu další dávky. Během výroby vezme několik šroubů a odnese je na oddělení kontroly, kde bude provedena jejich kontrola. Pokud budou šrouby v pořádku, bude se pokračovat ve výrobě. Za předpokladu, že by byly šrouby nesprávně vyrobeny,

pracovník by zastavil stroj, seřídil ho a již vyrobené šrouby by vyhodil do odpadu. Tento návrh však odporuje se základními principy (zahájení výroby před povolením).

5.3 Přehled doporučených změn

Přesunutí nářadí do místa seřizování v lisovací oblasti:

Nářadí potřebné pro seřízení levé části lisovací oblasti (tato část je v lisovací oblasti z hlediska přestavby nejvytíženější – matrice, razníky, klíny, transportní prsty, stříh) se přesune ze stávajícího stojanu na nářadí na nový přenosný zásobník (obr. 53), který se zavěší na otevřený kryt v lisovací oblasti. Tento zásobník bude standardně pověšen na stojanu s nářadím a v momentě zahájení přestavby, po otevření krytu lisovací oblasti, zavěšen za okno krytu (obr. 54) a po skončení přestavby bude opět odebrán. Na zásobníku bude aplikována metoda průmyslového inženýrství 5S v podobě obrysů nástrojů na zásobníku, aby pracovník přesně věděl, kam nářadí umístit a na první pohled poznal, jestli některé nářadí chybí. Zásobník bude vyroben z materiálu Belta S 500 702, nářadí bude zajištěno pomocí háčků a magnetů. Tímto se zkrátí všechny operace, při kterých pracovník musí používat nářadí na seřizování této části lisu, protože bude mít náčiní na dosah ruky a nebude se muset pro každé nářadí otáčet. Konkrétně se tímto zásobníkem zkrátí operace 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 16, 18, 19, 24, 25, 26, 27, 28 a 60.



Obr. 53: Návrh zásobníku na nářadí
v lisovací oblasti



Obr. 54: Návrh umístění zásobníku na nářadí
v lisovací oblasti

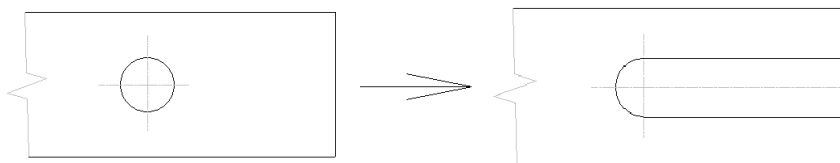


Na obr. 55 je stávající pořadač na nářadí, kde se používáním nářadí a neodkládáním na správné místo vytváří nepořádek. Pracovník, který seřizuje, se navíc pro každé nářadí musí otáčet, což je nevhodné z hlediska ergonomie. Na tomto pořadači bude zavěšen zásobník na nářadí do oblasti lisu, pokud se nebude stroj přestavovat.

Obr. 55: Současné umístění nářadí v lisovací oblasti

Změna tvaru upínací části transportního prstu:

Návrh upínání transportního prstu (obr. 56), aby se při demontáži (operace 8) nemusel odšroubovat celý šroub, ale stačilo pouze jeho povolení a následné vyjmutí prstu. Tato změna by zkrátila i montáž transportního prstu (operace 24). Na obr. 57 pak můžeme vidět první prototypy, na kterých se tato změna vyzkoušela.



Obr. 56: Návrh tvaru upínací části transportního prstu (vlevo – současný tvar, vpravo – navrhovaný tvar)

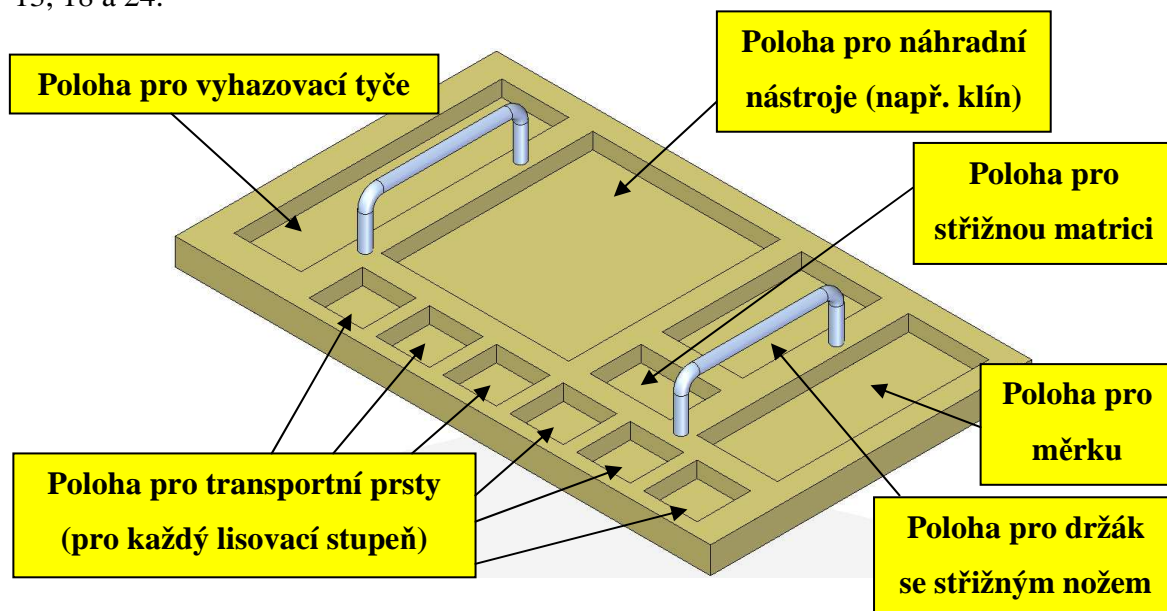


Obr. 57: Transportní prsty s navrhovaným tvarem upnutí

Přípravek na ostatní nástroje v oblasti lisu:

Návrh přípravku můžeme vidět na obr. 58. Do přípravku pracovník umístí transportní prsty, střížnou matici, držák se střížným nožem a další nástroje, které se budou montovat do lisovací oblasti. Přípravek je vyroben ze silonu s kovovými úchyty, pod místem pro

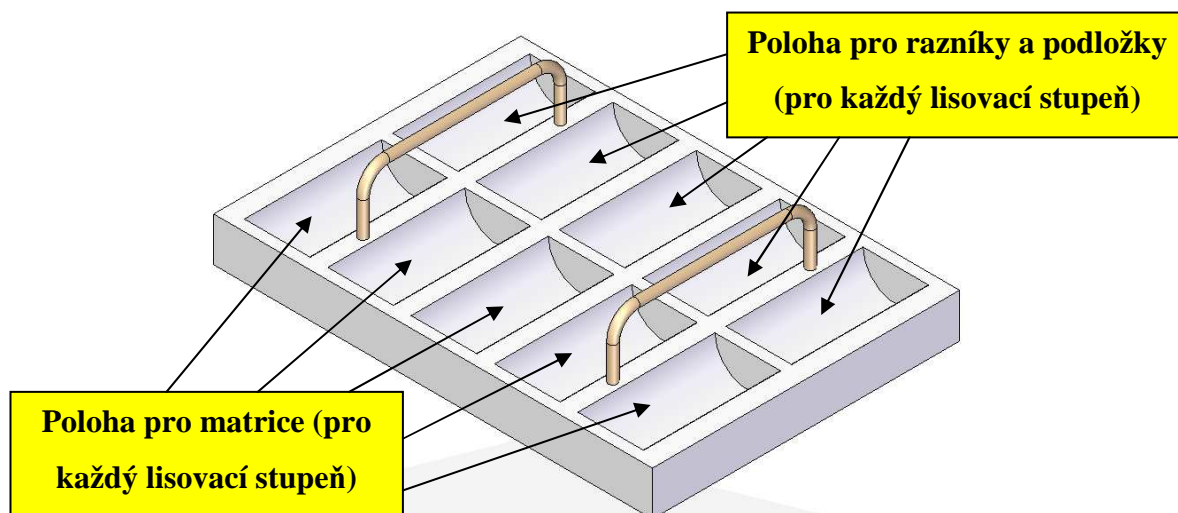
každý nástroj bude znázorněna jeho správná poloha. Přípravek se položí na dveře lisovací oblasti před zahájením přestavby a pracovník tak bude mít nástroje na dosah ruky a nebude muset pro každý nástroj chodit k pojízdnému stolku, čímž se výrazně zkrátí chůze pracovníka během přestavby. Konkrétně díky tomuto kroku ušetříme čas v operacích 10, 13, 18 a 24.



Obr. 58: Návrh přípravku na ostatní nástroje v oblasti lisu

Přípravek na matrice, razníky a podložky:

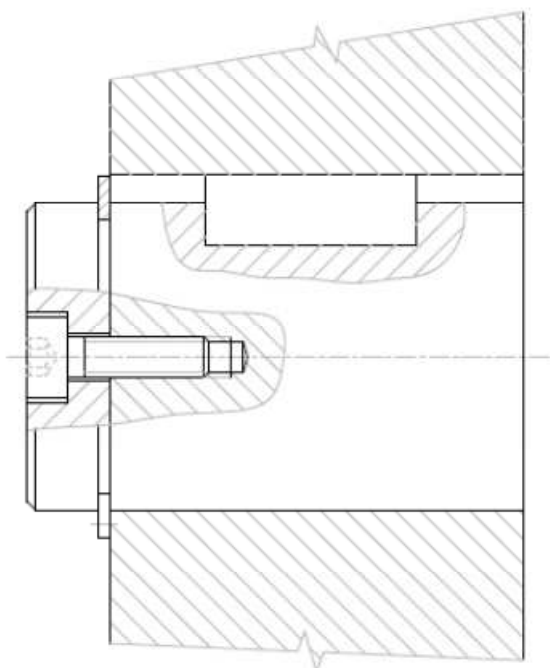
V tomto přípravku (obr. 59) budou připraveny nové matrice, razníky a podložky, které se budou montovat do lisovací oblasti. Přípravek bude na dveřích v lisovací oblasti, takže nástroje budou pro pracovníka na dosah ruky a nebude muset chodit pro každý nástroj k pojízdnému stolku. Přípravek je vyroben ze silonu s kovovými úchyty. Na každém výřezu bude značení jako 1M, 1R, 2M atd., aby pracovník věděl, který nástroj patří do příslušné lisovací operace. Tento přípravek zkrátí operace 16 a 18.



Obr. 59: Návrh přípravku na matrice, razníky a podložky

Změna upnutí podávacích rolen:

Navrhujeme jiné upínání podávacích rolen (obr. 60), aby se nemusely odšroubovávat šrouby jak je tomu u současného upnutí (obr. 61), ale aby stačilo pouze vyjmout pojistný kroužek a následně rolnu vysunout, čímž značně zkrátíme operaci číslo 20. Na hřídeli, na které je nasazena podávací rolna, budeme muset vytvořit drážku pro pero, aby právě pomocí těsného pera byl přenesen krouticí moment na podávací rolnu. Posun rolny bude zamezen pojistným kroužkem, který bude nasazen na příložce, ta bude k hřídeli přišroubována a během přestavby nebude nutná její demontáž.



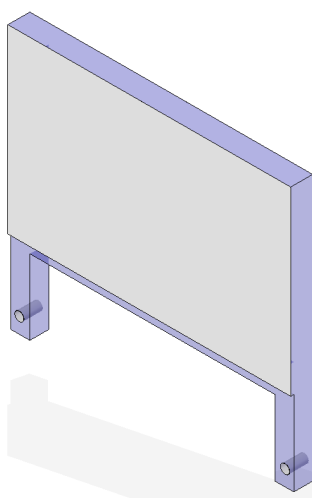
Obr. 60: Návrh alternativního upnutí podávacích rolen



Obr. 61: Současné upnutí podávacích rolen

Přidání kopie výrobního výkresu do místa seřizování:

Během operace 28 a 60, kdy se vyrobí šroub a kontrolují se jeho rozměry a tolerance tvaru a polohy, vzniká poměrně velké přecházení mezi lisovací oblastí a pracovním stolem, kde je v současném stavu umístěn výrobní výkres. Pracovník vyrobí šroub, jde k pracovnímu stolu a zde zkontroluje rozměry s výrobní dokumentací, vrátí se k lisovací oblasti a seřídí ji. Toto se několikrát opakuje. Přecházení můžeme zamezit přidáním registrované kopie výrobního výkresu na nástěnku (obr. 62), která bude umístěna nad poličkou, kde je umístěno zařízení na kontrolu obvodového házení, jak je znázorněno na obr. 63.



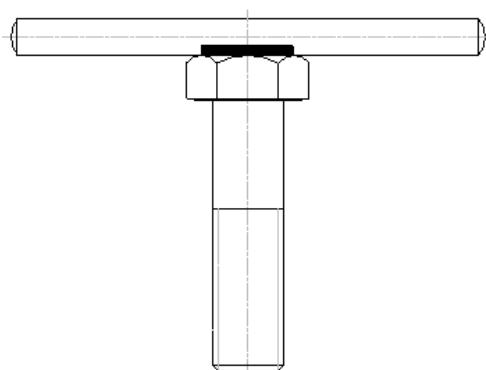
Obr. 62: Návrh nástěnky na výrobní výkres



Obr. 63: Návrh umístění nástěnky na výrobní výkres

Úprava šroubů na seřízení dopravníku v lisovací oblasti:

Šrouby z operace 29 jsou velmi špatně přístupné, proto zde navrhujeme kolíky, které se navaří na hlavu šroubu, jak můžeme vidět na obr. 64, šroub tak bude možné utahovat a povolovat pouze rukou bez použití náradí.



Obr. 64: Návrh úpravy šroubů v dopravníku lisovací oblasti

Přidání nádoby na odmašťovací kapalinu a vědra do oblasti kupy:

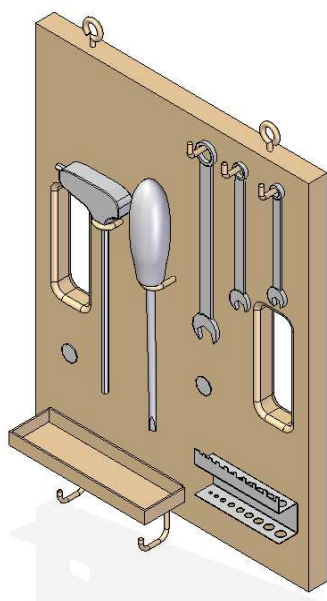
Po seřízení lisu se začne mít kupa a válcovačka, pracovník si v oblasti lisu naplní nádobu odmašťovací kapalinou a přinese si ji do oblasti kupy. Někdy mu tento objem kapaliny nestačí a musí si ji doplnit. Toto můžeme zkrátit přidáním vědra a další nádoby do oblasti kupy vedle výsypky (obr. 65), což zkrátí operaci 30.



Obr. 65: Umístění vědra v oblasti kupy

Přemístění nářadí do místa seřizování v oblasti kupy:

Navržený zásobník (obr. 66) bude ze stejného materiálu jako ten v lisovací oblasti a zavěšen bude na okně v oblasti kupy, jak je znázorněno na obr. 67. Tento zásobník zde bude umístěn pouze při přestavbě, před přestavbou ho pracovník zavěsí na háčky na dveře kupy a po přestavbě ho opět odebere. Na zásobníku budou obrysy nástrojů, takže pracovník bude vědět, kam který nástroj umístit, čímž se zachová vizualizace. V oblasti kupy je velmi málo místa, proto není možné tento zásobník umístit lépe. Nářadí se v současném stavu pokládá na kryt dopravníku (obr. 68) vedle dveří v oblasti kupy, nebo je na poličkách v kupě (zde je pouze některé nářadí). Pracovník má špatný přístup k nářadí a na krytu dopravníku vzniká nepořádek a časté hledání věcí. Tato změna pomůže zkrátit operace 32, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 51, 52, 58, 61 a 62.



Obr. 66: Návrh zásobníku na nářadí v oblasti kupy



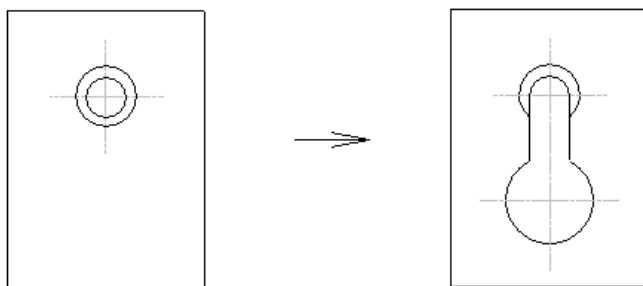
Obr. 67: Návrh umístění zásobníku v oblasti kupy



Obr. 68: Kryt dopravníku

Změna tvaru upínací části horní příložné dopravní cesty do kupy:

U této dopravní cesty je nutné odšroubovat celý šroub a následně ho vyjmout. Navrhujeme proto změnu tvaru upínací části (obr. 69), aby stačilo šroub pouze povolit a horní příložnou cestu vyjmout. Tato změna zkrátí operace 32 a 45.

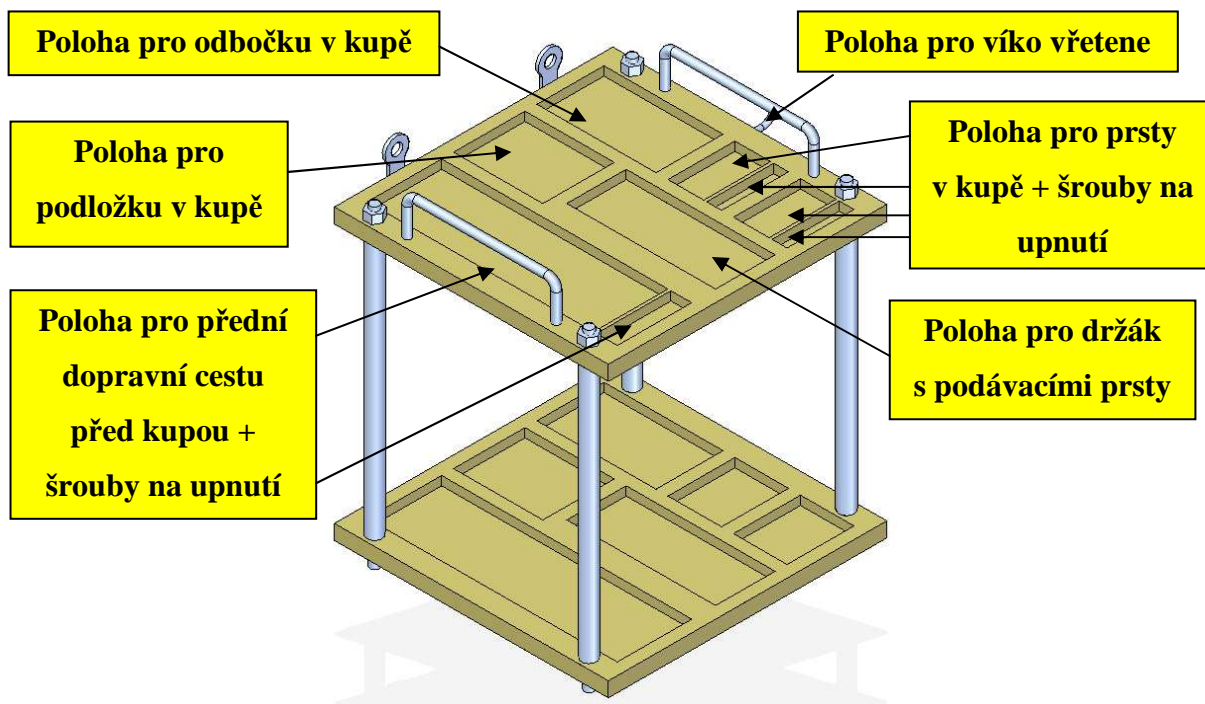


Obr. 69: Návrh změny tvaru upínací části horní příložné desky (vlevo – současný tvar, vpravo – navrhovaný tvar)

Přípravek na nástroje v oblasti kupy:

Během přestavby pracovník odkládá naprostou většinu nástrojů a pomůcek na kryt dopravníku, zde má také připraveny nástroje, které bude montovat do oblasti kupy. Tímto vzniká velký nepořádek na krytu dopravníku a pracovník se pro takto položené nástroje musí vyklánět z kupy. Problém se pokusíme vyřešit přípravkem na nástroje (obr. 70), které se montují a demontují v oblasti kupy, tento přípravek bude vyroben ze silonu, s kovovými úchyty a spojnicovými hřídeli zajištěnými pomocí matic. Všechny místa pro nástroje budou vizuálně označena, takže pracovník bude přesně vědět, kam dané nástroje uložit.

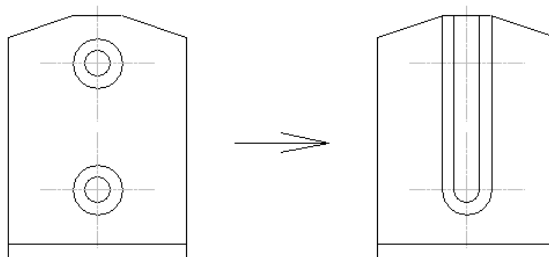
Na horní polici budou připraveny nástroje, které se budou montovat a na spodní polici se budou odkládat ty demontované. Přípravek bude umístěn na stěně v oblasti kupy, pracovník ho vyndá pouze před přestavbou, kdy si do něho na pracovním stole připraví nástroje. Pomocí tohoto přípravku bude možné zkrátit operace 34, 38, 39, 42, 43 a 46.



Obr. 70: Návrh přípravku na nástroje v oblasti kupy

Změna tvaru levého prstu:

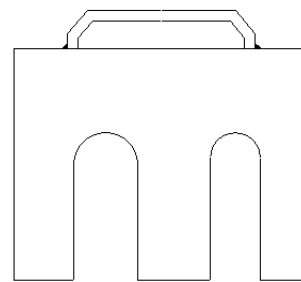
Demontáž a následná montáž levého prstu v kupě je náročná, protože šrouby, které ho upínají, jsou špatně přístupné. Je možné změnit tvar levého prstu (obr. 71), aby stačilo šrouby pouze povolit a prst následně vyjmout. Šroub by nebylo tedy nutné demontovat celý. Tato změna tvaru by zkrátila operace 38 a 39.



Obr. 71: Změna tvaru levého prstu (vlevo – současný tvar, vpravo – navrhovaný tvar)

Návrh uchycení podložek:

Podložky, které se dávají do oblasti kupy a válcovačky, aby vymezily šířku dopravní cesty, se poměrně špatně vyndávají (zvláště v oblasti kupy). Pracovník musí často podložku zespodu nadzvednout, aby ji následně mohl vyjmout, tomuto můžeme zamezit, když se na podložku navaří úchyt (obr. 72), pomocí kterého bude možné podložku snadno vyjímat. Vkládání podložky se také zlepší. Tímto se zkrátí operace 46 a 47.



Obr. 72: Návrh uchycení
podložek pod dopravní
cesty

Sjednocení podložek:

Pracovník při přestavbě musí vkládat v operacích 46 a 47 podložky pod dopravní cesty v kupě a ve válcovačce. Správný rozměr často skládá ze dvou a více podložek, což ho při práci zdržuje. Tomu můžeme zabránit tím, že podložku o správné tloušťce, bude mít připravenou na přípravku již před přestavbou a bude montovat pouze jednu podložku. Skládání podložek vzniká především tím, že se pracovníkovi nechce hledat správná podložka, proto by bylo vhodné podložky popsat a ve skříni uspořádat.

Přesunutí nářadí do místa seřizování v oblasti válcovačky:

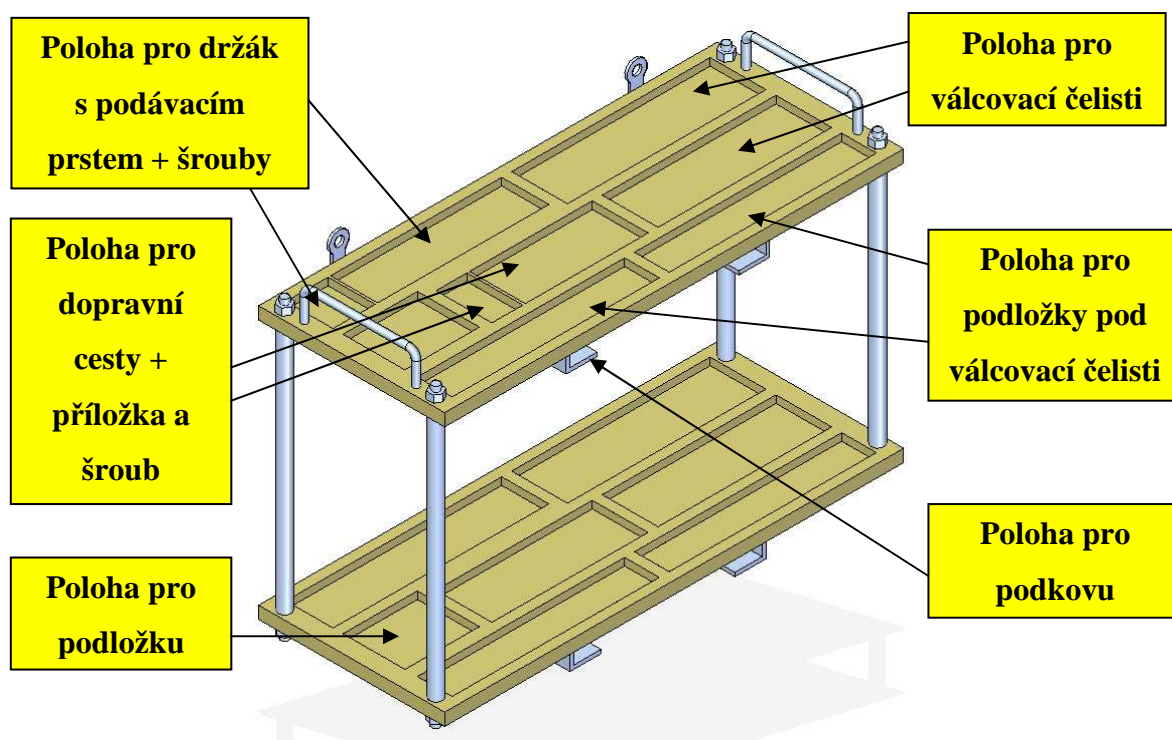
V oblasti válcovačky je prakticky stejná situace s nářadím jako v oblasti kupy. V této části stroje je více místa než v oblasti lisu a oblasti kupy, proto zde můžeme použít zásobník na nářadí z normalizovaných dílů, které se ve firmě Kamax využívají. Deska je z plechu a bude trvale zavěšena na vnitřní straně dveří válcovačky. Na desce budou vytvořeny obrysy nářadí, aby pracovník věděl, kam má nářadí umístit při jeho odkládání. Tímto pořadačem (obr. 73) zkrátíme operace 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 59 a 61.



Obr. 73: Zásobník na nářadí v oblasti
válcovačky před vytvořením obrysů
nářadí

Přípravek na nástroje v oblasti válcovačky:

S nástroji, které se montují a demontují v oblasti válcovačky je podobný problém jako v oblasti kupy. Také zde se nástroje pokládají na kryt dopravníku a jsou pro pracovníka na vzdálenost asi dvou kroků, navíc na krytu vzniká velký nepořádek, protože se zde nástroje a nářadí překládají přes sebe. Proto navrhne přípravek (obr. 74), do kterého si pracovník naskládá nástroje před zahájením přestavby a tento přípravek si zavěší do oblasti válcovačky pod zásobník nářadí. Po skončení přestavby přípravek vyjme a uloží do skříně. Na horní polici se budou ukládat nástroje, které se mají montovat a dolu potom nástroje demontované. Přípravek je ze stejného materiálu jako ten v oblasti kupy. Takto se zkrátí operace 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54 a 55.



Obr. 74: Návrh přípravku na nástroje v oblasti válcovačky

Návrh uchycení podkovy:

Podobně jako podložky, tak i podkova se špatně vyndává, pracovník ji musí, zespodu nadzvednou a až poté ji lze vyjmout, čemuž můžeme zabránit navařením úchytů na podkovu podobně jako u podložek. Budou navařeny dva úchyty (nelze navařit úchyt veprostřed, protože se zde zajišťuje podkova západkou). Tento návrh zkrátí operaci 51.

Motivační systém:

Jak už bylo zmíněno, v současném stavu není pracovník motivován, aby dokončil přestavbu rychleji. Pokud ji dokončí do dvanácti hodin, tak dostane prémii ve výši 1 000 Kč. Pokud se mu podaří stroj přestavit například hluboko pod tento čas, tak se to na výši prémie neprojeví. Pracovníci se tak k nutnosti přestavovat v co nejkratším čase staví velmi negativně. Čistý zisk z toho, že stroj Sacma SP 28 A vyrábí, je přibližně 1 300 Kč za hodinu (záleží na typu šroubu, který se vyrábí). Pracovníci, kteří přestavují stroj, se nepodílí jen na přestavbě, ale mají za úkol starat se i o produktivitu tohoto stroje, tudíž mimo přestavby zajišťují také drobné seřízení během výroby a také obsluhu stroje v průběhu chodu stroje a kontrolu vyrobených šroubů. Bude tedy vhodné zavést systém, kdy pracovník za každou hodinu, o kterou se mu podaří zkrátit přestavbu, bude vyplacena prémie. Když se pracovníkovi podaří seřídít stroj ve stanoveném standardu, čímž zajistí produktivitu 100%, tak bude odměněn peněžní hodnotou 1 000 Kč (stejně jako v současném stavu). Za každou hodinu, o kterou se mu podaří přestavbu zkrátit, mu bude vyplacena prémie ve výši 500 Kč. Pokud se přestavba vinou pracovníka protáhne, budou mu kráceny bonusy v hodnotě 250 Kč za každou hodinu, o kterou se přestavba prodlouží. Opakovaným používáním metody SMED můžeme předpokládat neustálé zkracování procesu přestavby, tím pádem se bude měnit i standard přestavby a odměňování pracovníku se bude přizpůsobovat tomuto standardu [11].

Změna sledu činností pracovního postupu přestavby:

Také upravíme sled pracovních činností při přestavbě, aby činnosti probíhaly v určitém systému, začne se kompletním čištěním oblasti lisu, poté oblasti kupy a válcovačky. Podle zkušeností se čas čištění zkrátí, pokud je stroj čištěn ihned po skončení výroby, když je ještě zahřátý i na úkor zvětšení vzdálenosti, kterou pracovník při přestavbě ujde. Poté se bude seřizovat oblast lisu (nejprve kompletní demontáž – zleva doprava, poté montáž s následným seřízením). Následně se seřídí oblast kupy a válcovačky. Návrh nového sledu pracovních činností nalezneme v Příloze II.

6. Hodnocení navrhovaného řešení a porovnání se současným stavem

Přesun úkonu č. 4 z operace č. 6 na externí (čištění matric):

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 50 sekund

Cena změny: na realizaci této změny nebude potřeba žádných financí

Přesun úkonu č. 4 z operace č. 9 na externí (čištění razníku, podložek a vyrážecích tyčí):

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 1 minutu a 45 sekund

Cena změny: na realizaci této změny nebude potřeba žádných financí

Přesun operace č. 12 na externí (výměna střížného nože):

Tato změna především zkrátí čas přestavby a zkrátí počet operací, které se při ní vykonávají.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby o 2 minuty a 24 sekund

Cena změny: na realizaci této změny bude potřeba koupit duplikátní držák s distanční podložkou v celkové hodnotě 16 016 Kč

Přesun operace č. 14 na externí (odnesení bedny s nástroji):

Touto změnou se zkrátí vzdálenost, kterou pracovník při přestavbě ujde.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby o 53 sekund

Cena změny: na realizaci této změny nebude potřeba žádných financí

Přesun operace č. 36 na externí (výměna držáku s podávacími prsty):

Tato změna především zkrátí čas přestavby a zkrátí počet operací, které se při ní vykonávají.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby o 6 minut a 48 sekund

Cena změny: na realizaci této změny bude potřeba vyrobit duplikátní držáky (pro všechny šrouby, které se na tomto stroji vyrábí) v hodnotě 3 255 Kč

Přesun operace č. 49 na externí (výměna držáku s podávacím prstem):

Tato změna především zkrátí čas přestavby a zkrátí počet operací, které se při ní vykonávají.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby o 2 minuty a 58 sekund

Cena změny: na realizaci této změny bude potřeba koupit duplikátní držák v hodnotě 9 531 Kč

Přesun operace č. 63 na externí (kontrola šroubu na oddělení kontroly):

Tato operace především zkrátí čekání, ale naopak zvýší odpovědnost pracovníka, který stroj seřizuje za odvedenou práci, navíc tato změna odporuje s některými základními principy (zahájení výroby předtím než je k němu vydán souhlas).

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby o 18 minut a 58 sekund

Cena změny: na realizaci této změny nebudou třeba žádné finance

Přesunutí náradí do místa seřizování v lisovací oblasti:

Touto změnou se zpřehlední náradí v lisovací oblasti. Pracovník bude mít náradí na dosah ruky a nebude muset otáčet trupem, když bude náradí brát a odkládat, což bude mít také pozitivní účinek na ergonomii. Na stávajícím pořadači nebude vznikat nepořádek. Nevýhodou bude, že pracovník musí během přestavby zásobník zavěsit na kryt lisovací oblasti.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 1 minutu a 50 sekund

Cena změny: cena zásobníku na náradí včetně jeho uchycení je 4 360 Kč

Změna tvaru upínací části transportního prstu:

Díky této změně především zkrátíme čas přestavby a také nebudeme muset demontovat celý šroub u transportního prstu a následně ho odkládat, takže nemusíme řešit, kam demontované šrouby pokládat. Princip přenášení drátu z jedné lisovací operace na druhou, pomocí transportních prstů je u všech strojů Sacma ve firmě Kamax (8 strojů), takže i zde může být aplikována tato úprava.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 5 minut

Cena změny: při této změně se upraví výrobní výkres transportních prstů; cena, za kterou se budou prsty kupovat, zůstane stejná

Přípravek na ostatní nástroje v oblasti lisu:

Tento přípravek zkrátí především chůzi pracovníka během přestavby a také pomůže k přehlednému uspořádání nástrojů během přestavby.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 1 minutu a 10 sekund

Cena změny: cena přípravku je 2 550 Kč

Přípravek na matrice, razníky a podložky:

Tento přípravek zkrátí především chůzi pracovníka během přestavby a také pomůže k přehlednému uspořádání nástrojů během přestavby.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 1 minutu a 40 sekund

Cena změny: cena přípravku je 4 705 Kč

Změna upnutí podávacích rolen:

Díky změně upnutí se především zkrátí čas demontáže a montáže podávacích rolen, nevýhodou bude výroba drážek pro pero do hřídel podávacích rolen, tyto hřídele jsou povrchově kaleny.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 2 minuty a 15 sekund

Cena změny: celková cena změny (nákup normalizovaných součástí, výroba příložky, úprava hřídele a montáž) je přibližně 3 450 Kč

Přidání kopie výrobního výkresu do místa seřizování:

Tato změna zkrátí především vzdálenost, kterou pracovník ujde během seřízení stroje. Na druhou stranu zde bude nutné klást důraz, aby při změně výkresu byla zajištěna výměna dokumentů jak u pracovního stolu, tak v lisovací oblasti.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 1 minutu a 15 sekund

Cena změny: celková cena změny (nástěnka a její montáž) bude přibližně 2 500 Kč

Úprava šroubů na seřízení dopravníku v lisovací oblasti:

Tato změna eliminuje nutnost používat nářadí při dotažení těchto šroubů, ke kterým je velmi špatný přístup, čímž se také zkrátí čas potřebný na vykonání této operace.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 40 sekund

Cena změny: cena této změny (nákup kolíků a jejich navaření) bude přibližně 300 Kč

Přidání nádoby na odmašťovací kapalinu a vědra před oblast kupy:

Přidáním nádoby a vědra eliminujeme během mytí oblasti kupy a válcovačky chůzi pracovníka k lisovací oblasti, čímž se zkrátí čas mytí.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 45 sekund

Cena změny: cena nádoby a vědra je dohromady 327 Kč

Přesunutí nářadí do místa seřizování v oblasti kupy:

Díky tomuto zásobníku bude nářadí v oblasti kupy přehledně uspořádáno a pracovník bude vědět, kam každé nářadí umístit. Navíc nebude vznikat nepořádek na krytu dopravníku vedle kupy a zkrátí se čas při manipulaci s nářadím.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 1 minutu a 40 sekund

Cena změny: cena zásobníku na nářadí včetně jeho uchycení je asi 3 050 Kč

Změna tvaru upínací části horní příložné dopravní cesty do kupy:

Tato změna zkrátí především demontáž a montáž šroubu, který upíná horní příložnou dopravní cestu, také nebude nutné odkládat šroub mimo oblast kupy.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 20 sekund

Cena změny: cena úpravy horní příložné dopravní cesty je přibližně 170 Kč

Přípravek na nástroje v oblasti kupy:

Tento přípravek zkrátí čas potřebný na manipulaci s nástroji a součástmi, které se montují a demontují do oblasti kupy. Dále pracovník nebude muset hledat nástroje na krytu dopravníku, kde se mu často překrývají.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 1 minutu a 25 sekund

Cena změny: cena přípravku včetně jeho uchycení je asi 5 500 Kč

Změna tvaru levého prstu:

Změna tvaru levého prstu v kupě zajistí především rychlejší demontáž a montáž prstu. Stačí zde pouze povolit šrouby a následně prst vyjmout, což také znamená, že pracovník nemusí šroub vyndávat a odkládat na kryt dopravníku vedle kupy.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 1 minutu

Cena změny: při této změně se pouze upraví výrobní výkres; cena, za kterou se budou prsty kupovat, zůstane stejná

Návrh uchycení podložek:

Uchycení podložek zejména zlepší manipulaci s podložkou při jejím vyjímání a vkládání do stroje, což nepatrně zkrátí čas přestavby.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 25 sekund

Cena změny: cena realizace uchycení na všech podložkách bude přibližně 250 Kč

Sjednocení podložek:

Tato změna především zkrátí čas přestavby, protože pracovník nebude muset podložky skládat dohromady a přeměřovat jejich výsledný rozměr.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 1 minutu 55 sekund

Cena změny: u této změny dojde pouze k přeorganizování a popsání podložek ve skříni, žádné náklady zde nebudou nutné

Přesunutí náradí do místa seřizování v oblasti válcovačky:

Tato změna zkrátí manipulaci s náradím, které pracovník používá v oblasti válcovačky. Také nebude vznikat nepořádek na krytu dopravníku, protože všechno náradí bude zavěšeno na zásobníku a díky vizuálnímu managementu bude pracovník vědět přesně, které náradí kam patří.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 1 minutu a 45 sekund

Cena změny: cena přípravku včetně jeho uchycení je přibližně 3 250 Kč

Přípravek na nástroje v oblasti válcovačky:

Díky tomuto přípravku se zlepší manipulace s nástroji v oblasti válcovačky. Pracovník nebude muset pokládat a brát nástroje z krytu dopravníku, ale bude je mít na dosah ruky, čímž se zkrátí i čas přestavby. Nástroje budou také přehledně uspořádány. Nevýhodou je, že přípravek nebude moci být zavěšen v oblasti válcovačky stále, takže ho bude nutné skladovat ve skříni, pokud se nebude přestavovat.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 1 minutu a 30 sekund

Cena změny: cena přípravku včetně jeho uchycení je asi 5 855 Kč

Návrh uchycení podkovy:

Díky uchycení podkovy ji bude snazší vyjímat ze stroje, což nepatrně zkrátí čas přestavby.

Ušetřený čas: tato změna by měla zkrátit čas přestavby přibližně o 20 sekund

Cena změny: cena této změny na všech podkovách, které se montují, bude přibližně 300 Kč

Všechny navrhované změny budou uspořádány přehledně v tabulce v Příloze III, kde budou uvedeny náklady na realizaci změny a čas, o který se danou změnou zkrátí těžká přestavba.

7. Shrnutí a zhodnocení dosažených výsledků, vyvození závěrů a ekonomické hodnocení

Navrhovaná řešení v páté kapitole nezkrátí časy pouze u těžké přestavby, ale většinu z těchto návrhů bude také možné aplikovat pro střední a lehkou přestavbu, což je důležité především pro výpočet návratnosti nákladů, které budou nutné pro realizaci zlepšení.

Příklad výpočtu návratnosti u návrhu zásobníku na nářadí v lisovací oblasti:

Pomocí vztahu (1.1) můžeme vypočítat peněžní úsporu, kterou ušetří zásobník na nářadí v lisovací oblasti u těžkých přestaveb za jeden rok. Vztah (2.2) potom určuje, kolik peněz tento zásobník ušetří za rok pro všechny typy přestaveb. Návratnost nákladů (NZ), které jsou nutné na realizaci této změny, je vyjádřena vztahem (1.3).

Pořizovací cena zásobníku včetně jeho uchycení: 4 360 Kč (N)

Těžká přestavba: úspora 1 minuta a 50 sekund na jednu přestavbu (úspora 39,7 Kč na přestavbu = U_{TP})

Střední přestavba: úspora 55 sekund na jednu přestavbu (úspora 19,9 Kč na přestavbu)

Lehká přestavba: úspora 25 sekund na jednu přestavbu (úspora 9 Kč na přestavbu)

Zisk stroje: 1 300 Kč za jednu hodinu chodu stroje (v závislosti na typu šroubu) [11]

$$U_{TP,rok} = U_{TP} \cdot n_{TP} = 39,7 \cdot 25 = 992,5 \text{ Kč} \quad (1.1)$$

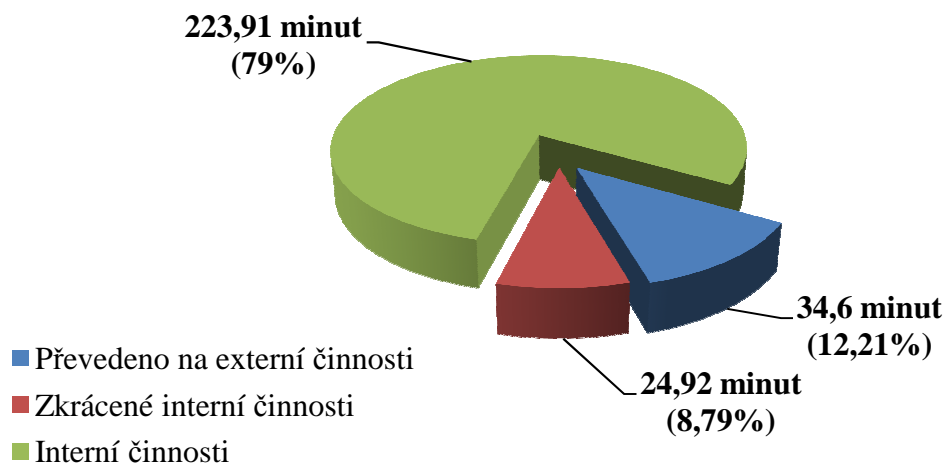
$$U_{C,rok} = U_{TP,rok} + U_{SP,rok} + U_{LP,rok} = 992,5 + 597 + 180 = 1769,5 \text{ Kč} \quad (1.2)$$

$$NZ = \frac{N}{U_{C,rok}} = \frac{4360}{1769,5} = 2,46 \text{ let} \quad (2 \text{ roky a } 168 \text{ dnů}) \quad (1.3)$$

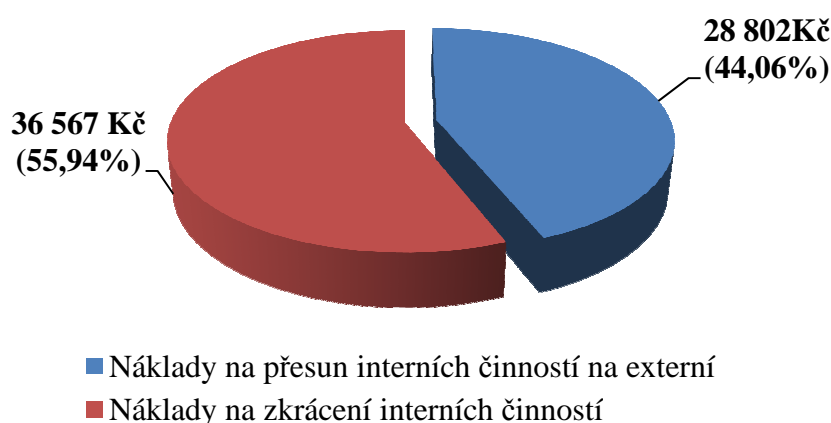
Tímto způsobem můžeme vypočítat návratnost u jednotlivých návrhů v případě, že bychom chtěli aplikovat pouze některé ze změn. Celkový ušetřený čas při použití všech návrhů na zlepšení by byl 59,52 minut, což je 21% z celkového času přestavby. Na všechny tyto návrhy by bylo nutné vynaložit náklady v hodnotě 65 369 Kč. Při realizaci všech návrhů na zlepšení by se náklady vrátily přibližně za 1 rok a 183 dnů (při stejném počtu přestaveb jako v roce 2011).

Na obr. 75 je znázorněno, jaké procento z celkového času přestavby bylo převedeno na externí a jaké procento bylo zkráceno.

Na obr. 76 můžeme vidět, jaký podíl nákladů byl nutný k realizaci druhého kroku metody SMED (převod z interních činností na externí) a také třetího kroku (zkrácení interních činností).



Obr. 75: Přehled výsledků aplikace 2. a 3. kroku metody SMED



Obr. 76: Podíl nákladů na 2. a 3. krok metody SMED

Zkrácení přestavbových časů, což lze chápat jako vytvoření prostoru pro navýšení současné výroby, není jediným pozitivem při realizaci navrhovaných změn. Dalšími pozitivy jsou - vytvoření standardu přestavby, dále vizualizací náradí, zlepšení ergonomie pracovníka a zvýšení celkové efektivity zařízení (CEZ). Pracovníci budou proškolení a budou se účastnit workshopů a tréninků za cílem zlepšení pracovního postupu při přestavbě.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo snížit časy během přetypování stroje Sacma SP 28 A, tento cíl se podařilo splnit a během pouhé analýzy a natáčení přestavby se docílilo téměř polovičního času přestavby (oproti přestavbovým časům v roce 2011), což vede k závěru, že přestavbu lze realizovat o mnoho rychleji pouhou motivací pracovníka. Při implementování všech navrhovaných řešení na výrobní zařízení Sacma SP 28 A zkrátíme čas přestavby o 59,52 minut, na což jsou nutné náklady v hodnotě 65 369 Kč. Návratnost těchto nákladů bude 1 rok a 183 dnů, za předpokladu, že se budou přestavby provádět stejně často jako v roce 2011. Zkrácení přestavby o 59,52 minut představuje 21% z celkového času přestavby. Většinu těchto navrhovaných zlepšení bude možné použít i pro střední a lehké typy přestaveb. Mimo zkrácení přestavby se díky navrhovaným řešením zlepšila přehlednost a vizualizace náradí, každé náradí i nástroj při přestavbě má stanovené místo kam se bude odkládat a odkud se bude brát, proto i v okolí stroje bude vznikat méně nepořádku. Další výhodou je vytvoření standardu přestavby, který nebyl pevně stanoven a pracovní postup závisel z velké části na pracovníkovi. Také selepší ergonomie pracovníka, který především u získávání a pokládání náradí nebude v nepřírodných polohách.

Ve firmě Kamax Turnov se na nutnost přestavovat nahlíží z velké části negativně, čemuž se nelze divit vzhledem k velkým přestavbovým časům (okolo 10 hodin). Metoda SMED je v současné době aplikována pouze na 3 stroje, což jasně ukazuje, že moderní přístup k přestavbám je pouze v počátku. Z výsledků bakalářské práce vyplývá, že implementace metody SMED dokáže znatelně zkrátit čas přestavby. Přidáme-li k tomu navíc motivační prvky, které ovlivňují výkon pracovníka, který stroj přestavuje, výsledek bude ještě příznivější. Pokud se podaří udržet čas těžké přestavby na hodnotě okolo 4 hodin, získáme tak značné zlepšení oproti roku 2011. Tento výsledek může být dobrým podnětem pro aplikaci metody SMED pro ostatní strojní zařízení ve firmě Kamax a velká časová úspora může být i dobrou příležitostí pro nový přístup k plánování výroby. Věřím, že poznatky z této bakalářské práce pomohou zajistit průmyslovému inženýrství a především metodě SMED pevnou pozici ve firmě Kamax a metoda SMED se začne aplikovat i na ostatní strojní zařízení a tím bude docházet k neustálému zkracování přestavbových časů. Čímž se bude dosahovat stále vyšší produktivity ve společnosti Kamax a její konkurenceschopnost bude růst.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-90-22356-7
- [2] ZELENKA, A., PRECLÍK, V. *Racionalizace výroby*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2004. 132 s. ISBN 80-01-02870-4.
- [3] LIKER, J. *Tak to dělá Toyota*. 1. vyd. Praha: Management Press, 2007. 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [4] VAVRUŠKA J. Přednáška: *Metoda SMED, Rychlá výměna nástroje*, 2011, Dostupné z: www.kvs.tul.cz/getFile/id:14466/PI_SMED.pdf
- [5] MAŠÍN, I. – VYTLAČIL, M.: *Cesty k vyšší produktivitě. Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1. vyd. Liberec. Institut průmyslového inženýrství. 1996. ISBN 80-902235-0-8
- [6] TUCEK, D., BOBÁK, R.: *Výrobní systémy*. Zlín: UTB Zlín, FaME Zlín. 2006. 297 s. ISBN 80-7318-381-1
- [7] IPA Magazín - SMED. *IPA Slovakia* [online]. © 2012 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=70
- [8] Výrobky. *KAMAX* [online]. © 1998-2009 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://www.kamax.com/cz/vyrobky/>
- [9] Historie. *KAMAX* [online]. © 1998-2009 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://www.kamax.com/cz/podnik/historie/>
- [10] Zákazníci. *KAMAX* [online]. © 1998-2009 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://www.kamax.com/cz/podnik/zakaznici/>
- [11] Interní materiály firmy Kamax s.r.o.
- [12] Technické parametry stroje Sacma SP 28 A
- [13] SMED. *Lean Synergy International* [online]. © 2011 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://www.lsicg.com/smed.html>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Motorové šrouby [8].....	9
Obr. 2: Podvozkové šrouby [8].....	9
Obr. 3: Speciální šrouby [8].....	9
Obr. 4: Tvary hlav šroubů [8]	9
Obr. 5: Sortiment produktů u těžkých přestaveb na stroji Sacma SP 28 A v roce 2011	10
Obr. 6: Čas přestaveb pro strojní zařízení Sacma SP 28 A v roce 2011 [11]	11
Obr. 7: Princip metody SMED [4].....	14
Obr. 8: Mikrolayout strojního zařízení Sacma SP 28 A	17
Obr. 9: Ovládací panel v lisovací oblasti stroje Sacma SP 28 A	20
Obr. 10: Čištění lisovací oblasti.....	20
Obr. 11: Blok s transportními prsty ve zvednuté poloze	21
Obr. 12: Klíny	22
Obr. 13: Demontáž matric	22
Obr. 14: Vyrážecí	23
Obr. 15: Ovladač.....	23
Obr. 16: Stupnice	23
Obr. 17: Demontáž transportních prstů.....	24
Obr. 18: Demontáž razníků.....	25
Obr. 19: Upevnění držáku se stříhacím nožem.....	26
Obr. 20: Ovládání dorazu.....	26
Obr. 21: Upnutí držáku se střížným nožem ve svěráku	26
Obr. 22: Vymezení střížné mezery pomocí měrky	27
Obr. 23: Nastavení délek lisovacích operací	28
Obr. 24: Nastavení vůle pomocí odklonu ramen	29
Obr. 25: Nastavení vůle utahováním (povolováním) šroubů u vyrážecích tyčí	29
Obr. 26: Kontrola výšky klínu	29
Obr. 27: Podávací rolny	30
Obr. 28: Rovnací rolny	31
Obr. 29: Ovládací kolo pro nastavení prokluzu drátu.....	32
Obr. 30: Seřízení transportních prstů	32

Obr. 31: Seřízení časování transportu	34
Obr. 32: Seřízení dopravníku v oblasti kupy	36
Obr. 33: Seřízení kamenů dopravníku v lisovací oblasti	36
Obr. 34: Demontáž horní příložné dopravní cesty do kupy	37
Obr. 35: Demontáž horní příložné dopravní cesty do válcovačky	38
Obr. 36: Dolní dopravní cesta do kupy	39
Obr. 37: Upnutí držáku s podávacími prsty v kupě	39
Obr. 38: Seřízení podávacích prstů	40
Obr. 39: Prsty v kupě	41
Obr. 40: Demontáž odbočky v oblasti kupy	41
Obr. 41: Seřízení výšky prstu	41
Obr. 42: Seřízení přítlaku na hlavu šroubu	42
Obr. 43: Víko vřetena	43
Obr. 44: Demontáž břitových destiček z vřetena, které je upnuté ve svěráku	43
Obr. 45: Vřeteno s nasazeným přípravkem	44
Obr. 46: Seřízení osování	44
Obr. 47: Seřízení dopravních cest v oblasti kupy	45
Obr. 48: Dolní dopravní cesta do válcovačky	46
Obr. 49: Podávací prsty v oblasti válcovačky	46
Obr. 50: Pohyblivá válcovací čelist	48
Obr. 51: Pevná válcovací čelist	48
Obr. 52: Demontáž podkovy	49
Obr. 53: Návrh zásobníku na nářadí v lisovací oblasti	55
Obr. 54: Návrh umístění zásobníku na nářadí v lisovací oblasti	55
Obr. 55: Současné umístění nářadí v lisovací oblasti	56
Obr. 56: Návrh tvaru upínací části transportního prstu	56
Obr. 57: Transportní prsty s navrhovaným tvarem upnutí	56
Obr. 58: Návrh přípravku na ostatní nástroje v oblasti lisu	57
Obr. 59: Návrh přípravku na matrice, razníky a podložky	58
Obr. 60: Návrh alternativního upnutí podávacích rolen	58
Obr. 61: Současné upnutí podávacích rolen	58
Obr. 62: Návrh nástěnky na výrobní výkres	59
Obr. 63: Návrh umístění nástěnky na výrobní výkres	59

Obr. 64: Návrh úpravy šroubů v dopravníku lisovací oblasti.....	59
Obr. 65: Umístění vědra v oblasti kupy	60
Obr. 66: Návrh zásobníku na nářadí v oblasti kupy	61
Obr. 67: Návrh umístění zásobníku v oblasti kupy	61
Obr. 68: Kryt dopravníku.....	61
Obr. 69: Návrh změny tvaru upínací části horní příložné desky	61
Obr. 70: Návrh přípravku na nástroje v oblasti kupy	62
Obr. 71: Změna tvaru levého prstu	62
Obr. 72: Návrh uchycení podložek pod dopravní cesty.....	63
Obr. 73: Zásobník na nářadí v oblasti válcovačky před vytvořením obrysů nářadí	63
Obr. 74: Návrh přípravku na nástroje v oblasti válcovačky	64
Obr. 75: Přehled výsledků aplikace 2. a 3. kroku metody SMED	72
Obr. 76: Podíl nákladů na 2. a 3. krok metody SMED.....	72

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I	Stávající sled pracovních činností
Příloha II	Navrhovaný sled pracovních činností (2 str.)
Příloha III	Přehled navrhovaných zlepšení (1 str.)